



Educación superior, innovación y gestión de gobierno para el desarrollo 2012-2020

Higher education, innovation and government management for development 2012-2020

Miguel Díaz-Canel-Bermúdez^I

 <http://orcid.org/0000-0002-2651-4953>

José Luis García-Cuevas^{II}

 <https://orcid.org/0000-0002-8321-4789>

^IPresidencia de la República de Cuba

correo electrónico: despacho@presidencia.gob.cu

^{II}Ministerio de Educación Superior

correo electrónico: asesorjlgc@mes.gob.cu

Recibido: 7 de septiembre del 2020.

Aprobado: 13 de octubre del 2020.

RESUMEN

La voluntad política del gobierno cubano de conducir el desarrollo, empleando a fondo el conocimiento y los resultados de la investigación científica en todos los ámbitos, precisan de un estudio de las potencialidades de los centros universitarios para impactar en la sociedad. Se evalúa la efectividad de la gestión del conocimiento y la innovación en la planificación estratégica del Ministerio de Educación Superior en dos períodos (2012-2016 y 2017-2021), para perfeccionar la participación del organismo en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación a nivel nacional, sectorial y territorial, y elevar su impacto en el desarrollo económico y social sostenible. Mediante: análisis de documentos y tendencias internacionales, métodos empíricos y estudio de caso; se sistematizaron experiencias favorables sobre los aportes de la investigación e innovación de la educación superior en su vinculación con el sector productivo y los territorios. Se hacen recomendaciones con vistas al período 2021-2026 y 2030 en articulación con la gestión de innovación del Gobierno.

Palabras Clave: investigación-innovación, universidad-empresa, universidad-sociedad.

ABSTRACT

The political will of the Cuban government to lead development, using thoroughly the knowledge and results of scientific research in all areas, require a study of the real potential of university Centers to impact society. The effectiveness of knowledge management and innovation in the strategic planning of the Ministry of Higher Education is evaluated in two different periods - 2012-2016 and 2017-2021-, with the aim of improving the participation of the organism in the System of Science, Technology and Innovation at the national, sectorial and territorial level, and increase its impact on sustainable economic and social development. Through documentary analysis of international trends, different empirical methods and a case study, favorable experiences were systematized on the

contributions of research and innovation in higher education in its connection with the productive sector and territories, and recommendations are made with a view to period 2021-2026 and 2030 in coordination with the Government's innovation management.

Keywords: *research-innovation, university-business, university-society.*

INTRODUCCIÓN

La actividad de investigación e innovación en la educación superior y su vinculación al entorno económico y social¹ es un tema recurrente a nivel internacional y regional. La 2da Conferencia Mundial de Educación Superior en París en el 2009 destacó que todos los países, desarrollados y en desarrollo, deben esforzarse por articular tres sistemas: educación superior, investigación e innovación [1]. Diversos modelos han buscado solución a la escasa articulación entre la Investigación-Desarrollo (I+D) universitaria y el sector productivo, con visión de desarrollo sostenible inclusivo.

Se destacan los enfoques de GLOBELICS² "Innovación para reducir la pobreza y las inequidades y por un desarrollo sostenible inclusivo" y de la "ciencia de la sostenibilidad" (Núñez, 2020), por su visión como tecnociencia, transdisciplinariedad, pensamiento integrado [2, 3], consideración de escenarios nacionales y regionales concretos, articulación entre ciencia y política, colaboración y trabajo en redes, y responsabilidad social y visión económica, social y ambiental del desarrollo. Estos enfoques contienen elementos de interés para la educación superior cubana en el escenario 2012-2020 y a futuro hasta el 2030.

El Manual de Vinculación con el Entorno Socioeconómico, conocido como Manual de Valencia [4], propone indicadores que abarcan los procesos universitarios, con peso creciente de la investigación y la innovación: caracterización institucional en cuanto a orientación a la I+D, capacidades para las actividades de vinculación, producción científica, emprendimiento y creación de empresas, actividades de vinculación como I+D contratada y en colaboración, participación en redes, entre otros. Estos indicadores son una referencia, aunque las características de nuestro país, nos llevan a definir y gestionar un sistema de indicadores propios.

En las Conferencias Regionales de Educación Superior para América Latina y el Caribe (CRES), 1996 Habana, 2008 Cartagena y 2018 Córdoba, así como en las encuestas nacionales de innovación en diferentes países en base al Manual de Bogotá, se manifiesta una desconexión de la investigación universitaria con el sector productivo y la sociedad, en el marco de sistemas de innovación endebles. En la CRES 2018 Cuba expuso sus criterios sobre las políticas públicas necesarias para avanzar en este sentido (Saborido, 2018) [5].

La CRES 2018 en el **Plan de Acción aprobado** expresa que la educación superior se define por su responsabilidad social territorial transformadora, responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de forma integrada, es "cocreadora" de conocimiento e innovación y requiere la integración de la enseñanza, formación, investigación y vinculación social para cumplir su misión [6]. Es relevante que se considera la **investigación científica y tecnológica y la innovación como motores del desarrollo humano, social y económico**, y que en base a ello se proponga fomentar la apropiación social de las ciencias, las tecnologías y los conocimientos [6]; promover el desarrollo tecnológico, la investigación científica responsable y la construcción de redes de conocimiento interinstitucionales; desarrollar ecosistemas de innovación sociotécnica; y potenciar los procesos de formación a nivel de posgrados orientados a la investigación científica y tecnológica e impulsar programas de especialización y maestrías de investigación, doctorados y posdoctorados.

Se consideran acertados estos planteamientos, aunque la práctica política y social en la región, refuerzan la importancia de lograr que las universidades contribuyan al cambio social progresista, pero también a su mantenimiento y desarrollo ulterior.

En el período 2012-2020 se han mantenido los debates sobre el modelo de universidad más consecuente con las necesidades de desarrollo de nuestra región, y sobre el papel de la investigación y la innovación en el mismo. Se habla de universidad de investigación, profesional, empresarial, de ciencias aplicadas, de innovación con pertinencia social, para el desarrollo y otros. Para este análisis resultan de mayor interés el modelo de "universidad de

¹ La conexión o vinculación universidad-entorno económico social o universidad-sector productivo o universidad-empresa, se consideran a estos efectos en ocasiones como conceptos análogos, aunque su amplitud sea diferente y decreciente.

² En el 2015 La Habana fue sede de la XIII Conferencia Internacional GLOBELICS, donde académicos y algunos representantes de la práctica cubanos, sostuvieron intercambios con destacados estudiosos internacionales de los sistemas de innovación.



innovación con pertinencia social” (Didriksson, 2008) que defiende la investigación e innovación estratégica³ pertinente con sentido amplio; el de “universidad para el desarrollo” coherente con los enfoques de tecnologías e innovaciones sociales, ciencia integrada, ciencia socialmente determinada y ciencia de la sostenibilidad [7, 8, 9]; y el modelo de Humboldt en su evolución al siglo XXI que postula la unidad de la docencia, la investigación, la práctica económica y social y un profundo trabajo en redes⁴.

En general todos los modelos parten de la formación de profesionales y algún posgrado hasta nivel de maestría, pero lo que marca la diferencia es la proyección social, la Investigación-Desarrollo-Innovación (I+D+i) y la formación de doctores. Thune (2009) afirma que los estudiantes de doctorado son importantes en las relaciones universidad-empresa, como productores de conocimientos significativos en proyectos de investigación colaborativos, como un canal para la transferencia de conocimientos y para el trabajo en red [11]. La experiencia cubana es coherente con esa afirmación, aunque el impacto en la innovación requiere elementos adicionales.

El VI Congreso del Partido Comunista de Cuba (PCC) aprobó los “**Lineamientos** de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2011-2016”. El País retomaba la planificación a mediano plazo. Los documentos del VII Congreso del PCC y la nueva **Constitución**⁵ [12] aprobada en el 2018, dan continuidad a la prioridad que la Revolución y particularmente su líder, Fidel Castro, concedieron a la investigación, la innovación y la educación superior.

Este escenario favorable encontró un espacio operacional idóneo en la planificación estratégica del Ministerio de Educación Superior (MES) 2012-2020, mediante una gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) orientada a lograr impacto económico y social, a partir de sus valores, compromiso y motivación. Dicha planificación es analizada en esta contribución, y se complementa con el artículo de Díaz-Canel et al. (2020) [13], más centrado en la formación y desarrollo del potencial humano para la innovación.

A estos efectos se identificó como problema la insuficiente efectividad de la gestión investigación e innovación en su impacto económico y social. El objetivo del trabajo es analizar la gestión de CTI en la planificación estratégica de la educación superior en el período 2012-2020, para perfeccionar su integración al posgrado y otros procesos, la vinculación universidad-gobierno-sector productivo, y elevar su impacto en el desarrollo económico y social sostenible. La contribución teórica y práctica radica en identificar los factores de éxito en esa gestión para perfeccionar la pertinencia económica y social de la educación superior, y su mejor proyección a futuro.

II. MÉTODOS

Los métodos utilizados incluyen el análisis de tendencias internacionales y documentos, encuestas, consulta a expertos, talleres de trabajo creativo, observación participativa, reuniones nacionales, sectoriales y territoriales, del Consejo Técnico Asesor y del Consejo de Dirección del MES, así como el trabajo de la red de gestión universitaria del conocimiento y la innovación para el desarrollo. Se parte de la base metodológica y conceptual sobre educación superior y política científica contenida en los diferentes artículos de la revista Universidad de La Habana No. 276/2013, y de los enfoques, casos de estudio y contribuciones sobre las relaciones universidad-empresa de la Revista Nueva Empresa-Universidad y Empresa Vol. 8, No.1/2012. Se toma como línea base el contenido del artículo “Hacia un mayor impacto económico y social de la educación superior” [14]

³ Didriksson [7] defiende un concepto amplio de la investigación estratégica que puede ser básica, aplicada o experimental, inter y transdisciplinaria, responder a intereses a corto, mediano y largo plazo, y estar abierta tanto a las altas tecnologías como a las tecnologías sociales. Es importante que la solución se busque en el contexto de la aplicación, el llamado “modo 2”, y que la calidad esté dada por la valoración social del conocimiento generado en colaboración o transferido.

⁴ A dos siglos de la fundación de la Universidad de Berlín por Guillermo y Alejandro de Humboldt y en el 250 aniversario del “Segundo Descubridor de Cuba”, el Modelo de Humboldt con las necesarias adecuaciones a la universidad cubana actual es analizado en [10].

⁵ El Artículo 21 establece que “El Estado promueve el avance de la CTI como elementos imprescindibles para el desarrollo económico y social” y en su Artículo 32 f “Se estimula la investigación científica con un enfoque de desarrollo e innovación, priorizando la dirigida a solucionar los problemas que atañen al interés de la sociedad y al beneficio del pueblo”.



III. RESULTADOS

Se asumió el modelo de los sistemas de innovación en su concepción más amplia (Lundvall et al., 2009)⁶, más allá de la I+D, como un proceso social muy interactivo, con gran peso en el conocimiento, el aprendizaje, la formación de capacidades y el trabajo en redes, como el más idóneo con sus adecuaciones para el desarrollo de sistemas de innovación a nivel nacional, sectorial y local, en las condiciones actuales de Cuba [15, 16].

Siguiendo la "tradición electiva" del pensamiento cubano, se apostó al desarrollo de un modelo de universidad: humanista, moderna y universalizada; científica, tecnológica, innovadora y desarrolladora; vinculada a la sociedad, su sector productivo, sus territorios y comunidades; y comprometida con la construcción de una nación soberana, independiente, democrática, socialista, próspera y sostenible [13, 14, 17].

Se asume que la efectividad de los sistemas de innovación exige al menos: potencial humano calificado, instituciones del conocimiento sólidas, sector productivo innovador, marco regulatorio y financiero adecuado y gobiernos capacitados para precisar prioridades y movilizar estos potenciales. La educación superior es determinante en los dos primeros aspectos e incide en los tres últimos [13]. En esta contribución se profundiza en la universidad como institución del conocimiento, su actividad de I+D+i y su relación con el posgrado, con énfasis en el nivel de doctorado.

Se acepta que el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación (SCTI) cubano es relativamente pequeño y se encuentra débilmente interconectado (Cabal y Rodríguez, 2015) [18]. Por su heterogeneidad es conveniente considerar tres frentes con características propias: el sector de la alta tecnología, la innovación en el amplio sector productivo con cierta diferenciación por ramas, y la innovación en el desarrollo local y territorial (Lage, 2012) [19]. La educación superior participa en los tres frentes, aunque en diferentes proporciones de acuerdo a las características de cada universidad, a pesar de las limitaciones económicas y materiales dadas por el recrudescimiento del bloqueo y el débil crecimiento económico.

Este tema ha sido objeto de análisis en los Congresos Internacionales de Educación Superior desde 2012⁷ bajo el lema: **La universidad por el desarrollo sostenible**, hasta el 2020.

Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en la planificación estratégica de la educación superior 2012-2020

A partir de la proyección 2012-2015 (MES, 2011) [20]; [13], la Planificación Estratégica 2013-2016 [21] ha seguido la metodología de gestión estratégica por objetivos y resultados, basada en valores y orientada a procesos (Alonso et al., 2013) [22], la cual se mantiene con ajustes hasta el 2020. Se definen la misión, visión, valores, estrategias, Áreas de Resultados Clave (ARC), objetivos y criterios de medida.

Para contribuir a la gestión integrada de los principales procesos implicados para lograr impacto, se definió como un ARC "Impacto económico y social de la educación superior" con 4 objetivos estratégicos [23]:

- satisfacer con calidad las necesidades de formación de pregrado, posgrado y capacitación
- contribuir a la implementación efectiva de la Estrategia Nacional de Preparación y Superación de Cuadros
- incrementar el impacto de la I+D+i y extensión universitaria
- lograr impacto de la educación superior en el desarrollo local económico y social en los municipios

Para incrementar el impacto de la I+D+i se gestionaron indicadores tradicionales con metas en publicaciones, premios y reconocimientos, financiamiento e ingresos, con énfasis en la

⁶ En conferencia impartida en la Universidad de la Habana el 15.3.2015: "De la innovación como un proceso interactivo al sistema nacional de innovación en una era de globalización. Lecciones para empresas, universidades y políticas públicas", Lundvall definía que: "El Sistema Nacional de Innovación es un sistema abierto, en evolución y complejo que abarca instituciones y estructuras económicas. La calidad de esos elementos y de las relaciones entre ellos, determina la velocidad y la dirección de la innovación y de la creación de competencias, resultantes de una combinación del aprendizaje basado en la ciencia y en la experiencia".

⁷ En la conferencia de apertura de Díaz Canel "Universidad y desarrollo sostenible. Una visión desde Cuba", ya se vislumbraba un enfoque avanzado y pertinente de la vinculación universidad-sociedad. "La universidad debe ser entendida...como la mayor y principal proveedora de oportunidades de aprendizaje y generación de nuevos conocimientos al más alto nivel científico, capaz de incrementar el impacto social de la actividad de investigación, desarrollo e innovación y extensión que acomete, vinculada a la sociedad, aprendiendo de ella y creciéndose para influir en su perfeccionamiento y transformación".



pertinencia expresada en la estructura de los proyectos⁸. Se sitúa en primer lugar la gestión y logro de impactos⁹ concretos en la biotecnología, TIC, agroindustria incluyendo azúcar y derivados, energía, vivienda y turismo, coincidentes en lo fundamental con 7 de los 11 sectores estratégicos definidos posteriormente en las Bases del plan nacional de desarrollo económico y social hasta el 2030 (PCC, 2017) [26].

Por las características de la educación ya entonces se atendieron además la defensa, medio ambiente, industria del níquel y sideromecánica, educación superior, ciencias económicas, sociales, humanísticas y básicas orientadas, definiéndose las líneas priorizadas en cada una.

Se reconocieron por el MES (2017), el ARC 3 Impacto económico y social y el objetivo dedicado al desarrollo local, como: “innovaciones institucionales favorables”, y avances en el empleo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la gestión universitaria¹⁰ [27, p 11]. Se señalaron como insuficiencias la disminución del porcentaje de doctores en el claustro por estancamiento en la formación y éxodo, bajo índice de publicaciones por profesor, pobre evaluación de los impactos del posgrado, baja efectividad de los proyectos de innovación, y escasa generalización de las buenas prácticas de interacción universidad-municipio [27].

En la Planificación Estratégica 2017-2021 [27] el proceso de transformaciones incluyó la proyección para que la educación superior fuera un actor principal integrado en el SCTI con el objetivo de contribuir a que la innovación fuera un motor determinante del desarrollo, y al fortalecimiento de la actividad de CTI y formación doctoral, así como a la divulgación de los resultados de la investigación científica y sus enlaces con la innovación.

Se eliminó el ARC integradora de Impacto económico-social y se definió un ARC en CTI que incluyó los objetivos: “Incrementar los resultados de la I+D y la gestión de la innovación, de manera que desempeñen un papel decisivo en el desarrollo económico y social”, y “Lograr impacto de los procesos universitarios integrados sobre el desarrollo económico y social local”. Se mantuvieron las ramas priorizadas 2013-2016, pero se añadieron educación, deporte y transporte.

En el 2017 se emitieron importantes documentos metodológicos para la organización de la CTI en las universidades y Entidades de CTI (ECTI) del MES, destacándose: la política para el fortalecimiento de la CTI y formación doctoral. Además de los indicadores para estimar la efectividad de esa actividad, se emitieron normativas para reportar las publicaciones científicas en revistas y libros, la ampliación del sistema de premios a los resultados de impacto científico y económico-social, el reglamento de los consejos científicos, el sistema de propiedad industrial y la estrategia ambiental en el MES [28]. Se defiende el peso de los centros de estudio e investigación en la CTI del MES, así como la importancia de las entidades de interfase para lograr impacto económico y social [29].

En el Proyecto Estratégico del MES 2020 [30] se consideró conveniente realizar un perfeccionamiento de la Planificación Estratégica 2017-2021, fortaleciendo la integración de procesos para lograr impacto (Véliz et al, 2017) [31]. Se mantuvo la misión, visión, valores y los ocho procesos definidos. Se definen estrategias y estrategias específicas, que atraviesan horizontalmente los procesos. Los indicadores y metas de los distintos procesos implicados tributan a los ocho nuevos objetivos estratégicos definidos, los cuales se proyectan hasta el 2030 en el Programa de Educación Superior POS COVID-19 [13]. Se destacan por tributar más directamente al fortalecimiento de la economía para enfrentar un escenario prolongado de crisis con muy alto peso de la CTI, los siguientes:

3 Incrementar el impacto de las universidades y ECTI en los sectores estratégicos...

⁸⁸ En el 2016 la estrategia de **universidad innovadora e integrada**, hizo énfasis en la “gestión pertinente de macroproyectos complejos y relevantes articulados con la política de desarrollo económica y social hasta el 2030, con resultados de alto impacto que requieran explícitamente una amplia integración interna y externa y promuevan la sostenibilidad de la integración” [24, p 20-21].

⁹ A estos efectos se definió con visión desde la educación superior, que los “**impactos** son cambios favorables, sostenibles y relevantes, obtenidos por la aplicación de los resultados de la I+D+i en la economía y la sociedad, con la participación destacada de las universidades, centros de investigación y redes de la educación superior e integración de sus funciones sustantivas, expresados en indicadores objetivos y verificables, en respuesta a las necesidades del desarrollo económico y social a corto, mediano y largo plazo, para elevar la eficiencia económica y la soberanía tecnológica, ampliar las exportaciones de alto valor agregado, sustituir importaciones, satisfacer las necesidades de la población e incentivar su participación en la construcción socialista, siempre con la protección del entorno, el patrimonio y la cultura nacionales”[19]; González et al., 2013) [25].

¹⁰ Esta ARC tuvo un alto peso en las TIC. Sus resultados con participación del MES-OC y 5 universidades merecieron el premio ACC “Contribución a la gestión económico financiera del Ministerio de Educación Superior” No. 54/2018



4 Garantizar el desarrollo científico y tecnológico, la introducción de los resultados y la satisfacción de las necesidades de capacitación, superación y posgrado...

6 Impactar en el desarrollo local aportando conocimientos, estrategias, y procesos de innovación...

Se puso énfasis de forma integrada en los sectores estratégicos [26]. Se mantuvieron en lo fundamental el sistema de indicadores de CTI previsto para 2017-2021. Pero se perfeccionó el objetivo 3 en cuanto a diferenciar los proyectos, premios, exportaciones, sustitución de importaciones, tecnologías transferidas, aplicación de nuevos productos de la I+D, doctorandos y tesis doctorales defendidas en sectores estratégicos; y el objetivo 4 en cuanto al ingreso a programas doctorales, defensas exitosas y becas de doctorado [30].

Resultados obtenidos con relación al 2012

En el período 2012-2019 los participantes en actividades de posgrado del MES aumentaron un 20%, de unos 125 mil a 150 mil, graduándose unos 100 mil anualmente [32].

La figura 1 muestra la recuperación de la formación de doctores en base a defensas nacionales a partir de los años 90, aunque en muchos casos con estancias de investigación en otros países, así como el ligero incremento en la última década, según informe de la Comisión Nacional de Grados Científicos CNGC [33]. La edad promedio de defensa se ha mantenido alta en el período entre 43-45 años. En los últimos años el 50 % de las defensas son en Ciencias Pedagógicas y un 30 % de extranjeros (Tabla 1).

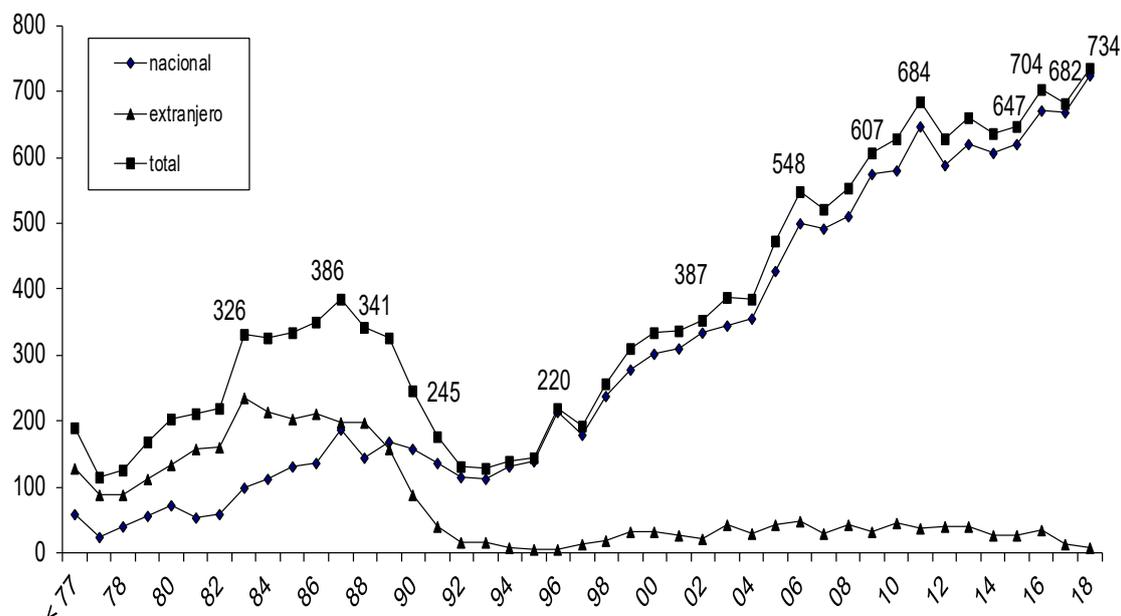


Fig.1 . Serie histórica de defensas anuales de doctores
Fuente: CNGC (209)

Tabla 1. Defensas de doctores cubanos y extranjeros y premios de la Academia de Ciencias de Cuba (ACC) 2016-2019

Sección	2016				2017				2018				2019			
	Premios ACC	Cubanos Dr.C.	Extranj Dr.C.	Totales Dr.C.	Premios ACC	Cubanos Dr.C.	Extranj Dr.C.	Totales Dr.C.	Premios ACC	Cubanos Dr.C.	Extranj Dr.C.	Totales Dr.C.	Premios ACC	Cubanos Dr.C.	Extranj Dr.C.	Totales Dr.C.
C. Naturales	15	31	3	34	16	26	6	32	14	32	6	38	20	35	2	37
C. Técnicas	6	44	9	53	9	49	12	61	8	43	17	60	13	43	16	59
C. Biomédicas	15	29	8	37	20	56	3	59	25	43	5	48	25	69	11	80
C. Agropecuarias	12	32	15	47	12	28	13	41	7	11	16	27	24	19	8	27
C. Soc. y Human.	11	41	9	50	8	63	20	83	16	48	19	67	15	43	33	76
C. Económicas	3	18	16	34	5	24	17	41	6	16	18	34	6	15	29	44
C. Educación	3	248	110	358	2	252	138	390	4	195	105	300	3	239	137	376
C. Militares	0	9	0	9	0	5	2	7	0	7	0	7	0	17	0	17
Totales	65	452	170	622	72	503	211	714	80	395	186	581	106	480	236	716
Porcentajes		72.7	27.3	100		70.4	29.6	100		68.0	32.0	100		67.0	33.0	100

En CTI la estructura de proyectos de I+D+i, como indicador de pertinencia, más de un 75 % de los proyectos ha respondido a demandas de diferentes sectores, y los asociados a programas en prioridades nacionales avanzaron en el período desde menos de un 25 % a más de un 32 %. Disminuyeron favorablemente los proyectos institucionales sin demanda externa desde más de 50 % a menos del 25 % [34].

Se ha mantenido la obtención de un 50-60 % de los premios de la ACC, con más del 70 % en ciencias técnicas, agrarias, naturales y exactas, y más de un 20 % de los premios nacionales de innovación, la mayoría con antecedentes de premios ACC. Se duplican los artículos en revistas de corriente principal y alto reconocimiento internacional. La acreditación por el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medio Ambiente (CITMA) de las revistas del MES pasó del 50 % al 90 %, y la mayoría mejora su visibilidad internacional y su difusión nacional. No se logró la recuperación en la solicitud y obtención de patentes [34].

Se han alcanzado resultados e impactos significativos a nivel nacional, territorial y empresarial en las prioridades establecidas en el período 2012-2019 con énfasis en alimentos, energía, vivienda, TIC, biomedicina y ciencias sociales, económicas y humanísticas, entre otros [34].

Promovidos por el Gobierno, la educación superior participa con resultados favorables en programas centrales en robótica, nanociencias y nanotecnología, equipos médicos, neurociencias, seguridad alimentaria y nutricional. Se crearon grupos nacionales universitarios de fuentes renovables de energía, robótica y automática, así como en la Tarea Vida y en las iniciativas relacionadas con los ODS y sus metas [34]. Se avanzó con aceptable integración en los procesos de formación y superación de profesionales y cuadros, extensión universitaria, investigación e innovación en función del desarrollo local, con impacto significativo en el 50 % de los municipios [34].

La Tercera Encuesta Nacional de Innovación realizada por el CITMA en 441 empresas con datos del 2015-2017, concluyó que "no existió vinculación regular y sistemática con el sector científico: centros de investigación, universidades y entidades de interfase..." [35, p 4]. Las relaciones con las universidades se califican en un 59 % de satisfactorias y suficientes, un 45 % con las ECTI y un 52 % con las entidades de interfase. También: "calificó de adecuado el sistema de capacitación para dar respuesta a las necesidades de innovación" [35, p 10], aunque señaló entre los factores que obstaculizaron la innovación: la resistencia al cambio, la insuficiente calificación y la falta de personal calificado, entre otros [35, p 49]

IV. DISCUSIÓN

Se considera que las innovaciones organizacionales desarrolladas, de integración de procesos y vinculación con el sector productivo y los territorios con alto peso en la CTI, brindaron resultados positivos en el período 2012-2020 con impacto significativo, aunque insuficiente, en el desarrollo económico y social, y mantienen vigencia a futuro con las adecuaciones correspondientes. En la última etapa se refuerza esta tendencia, vinculada al sistema de trabajo del Gobierno en relación con la innovación y la implicación a fondo de la educación superior.

La capacitación y el posgrado mantienen niveles de actividad favorables, pero a los efectos de promover el impacto económico y social, se aprecia que están insuficientemente alineados con los procesos de innovación para propiciar mejor el aprendizaje interactivo y la aplicación de los resultados provenientes de la I+D.



En la formación de doctores se aprecia un estancamiento en ciencias técnicas, agropecuarias, económicas, y naturales y exactas (tabla 1), siendo necesario duplicar estas cifras y reducir sensiblemente la edad promedio de defensa hacia el 2030 [36]. Se observa una relación estable entre los doctorados y los premios ACC, en general de unos 8 doctorados por premio ACC para el período, pero con grandes diferencias por rama, desde algo más de dos para las C. naturales, agropecuarias y biomédicas, entre 5-7 para las técnicas, sociales y económicas, hasta más de 100 en las pedagógicas. En la educación superior se manifiesta una relación clara pero insuficiente entre la I+D, los doctorados, los premios ACC y las publicaciones (Castellanos et al., 2018) [37]. Una supuesta contradicción entre investigación y doctorado carece de fundamento. La política de formación de jóvenes talentos como doctores en temas pertinentes y las becas doctorales¹¹ ha tenido resultados insuficientes, siendo necesaria una implementación más efectiva.

La relación con la innovación es diferente. Aunque los premios nacionales de innovación y las innovaciones estratégicas, están precedidos con frecuencia por doctorados, premios ACC y publicaciones en revistas de alta visibilidad, generalmente no es así en los premios provinciales y ramales de innovación, ni en la innovación incremental y tradicional a nivel del sector empresarial.

Es recomendable fortalecer la innovación sobre bases científicas y que ello se exprese en un mayor impacto económico y social, pero también en maestrías, doctorados y publicaciones e incluso en algunos casos en premios ACC.

Hay pocos doctorados y pocos premios ACC en dirección y en temas específicos de gestión de CTI. Las defensas se realizan en los tribunales más vinculados a la ciencia de la dirección como Ing. Industrial y Economía, pero en ocasiones es preferible hacerlo en las áreas de conocimiento del sector específico de las ciencias técnicas, agropecuarias y otras.

En CTI hay avances en la pertinencia de los proyectos de I+D+i, en los premios de la ACC e innovación, con impactos significativos, pero insuficientes en algunos sectores. La estructura de los proyectos gana en importancia ante la actual convocatoria a proyectos de I+D y de innovación en programas de CTI nacionales, sectoriales y territoriales, los que, junto a los proyectos empresariales y los proyectos de desarrollo local, se considera una expresión adecuada de pertinencia orientada al impacto económico y social, respaldada por evaluaciones externas.

La supuesta contradicción entre investigación e innovación tiende a expresarse en la discusión sobre el predominio del 'empuje de la ciencia' o del 'tirón de la empresa'. Es necesario que las instituciones científicas aporten más resultados aplicables y que el sector productivo sea más innovador y demande más conocimientos, para que disminuya la "ciencia aplicable no aplicada" y avance la innovación sobre bases científicas. Pero más allá de lo anterior, con visión universitaria del sistema de innovación, se considera que debe predominar el aprendizaje interactivo y la creación conjunta de conocimientos e innovaciones pertinentes, en un sistema tipo *push-pull*.

Esa contradicción también se expresa en los sistemas de indicadores que direccionan los incentivos en uno u otro sentido, con expresión en los paradigmas de "publica o perece" y "aplica o muere". Aunque se manifiestan avances significativos en publicaciones a nivel de MES y de cada universidad, ello resulta insuficiente y está por debajo de la tendencia latinoamericana [37]. Cuba ocupa el lugar 10 en América Latina y ninguna universidad avanza en el lugar relativo de sus publicaciones en la base de datos SCOPUS en el quinquenio 2014-2018 (De-Moya et al., 2020) [38]. con relación a las universidades regionales de su entorno de desarrollo.

A pesar de algunas críticas, el sistema de indicadores de publicaciones establecido en la educación superior ha tenido aceptación dentro y fuera del MES, y ha ayudado a incrementar la cultura en ese sentido. Es una buena experiencia el patrón de referencia aplicado en la Universidad Tecnológica de la Habana (CUJAE) en cuanto a publicaciones y otros resultados esperados del profesor. La prioridad por aplicar, a las publicaciones de divulgación científica y a la gestión de innovación, influyen, pero no determinan ni explican el insuficiente crecimiento de las publicaciones. Aunque se trata de un problema multifactorial, el paradigma como educación superior debe ser "publicar y aplicar-aplicar y publicar". Empresas de

¹¹ Las Bases del plan nacional de desarrollo económico y social 2030, plantea en el objetivo específico 15 del eje estratégico de Potencial humano-CTI: "Diseñar programas de estudio y potenciar el otorgamiento de becas de formación de estudios avanzados en Cuba y en el exterior, con énfasis en la formación doctoral, para jóvenes talentos en las universidades e institutos tecnológicos, así como en ECTI, que respondan a requerimientos de introducción de tecnologías de avanzada, en correspondencia con las demandas del desarrollo económico y social".



BIOCUBAFARMA, las ECTI y universidades de ciencias médicas son un buen ejemplo de que es posible avanzar en ambos sentidos con aceptable armonía.

Ello no significa que todos los profesores, investigadores y proyectos puedan lograrlo de igual forma y habrá necesariamente diferencias importantes. Una parte significativa logrará publicar y aplicar con relevancia, otros publicarán más y aplicarán menos, algunos publicarán menos y aplicarán más, y siempre habrá quienes ni publican ni aplican de forma significativa y sean buenos como docentes.

Se expresa cierta contradicción entre docencia e investigación. El paradigma deseado es un profesor universitario que sea buen profesional, buen pedagogo-educador y buen investigador-innovador, pero con frecuencia las competencias se expresan de forma diferente. Lo más importante es que todos participen en la docencia y en la investigación-innovación, aunque las proporciones pueden ser racionalmente diferentes.

Estas contradicciones existen en alguna medida, pero no son antagónicas, y un buen sistema de gestión universitaria puede armonizarlas como un factor de desarrollo. Todos los buenos profesores pueden y deben tener un espacio en la universidad, pero el sistema de gestión y de evaluación debe orientarse a cumplir los objetivos formulados, logrando que cada uno aporte según sus posibilidades y reciba los incentivos que procedan según sus resultados. El conjunto de centros de estudio e investigación y los grupos priorizados merecen un tratamiento diferenciado proporcional a su pertinencia y resultados.

A nivel internacional la investigación en la educación superior tiende a estar mejor valorada que la docencia. Ello se expresa en los diferentes rankings, que no debemos ignorar por las informaciones de utilidad que aportan, pero que son justamente criticados por su elitismo y su vínculo deformado con el mercado, así como por no expresar adecuadamente la calidad institucional, ni el compromiso y responsabilidad social de la universidad. Se demuestra a nivel internacional y también en Cuba, que una buena investigación-innovación tiene un gran impacto sobre la calidad de la docencia de pregrado y posgrado y en la extensión universitaria, con expresión en los resultados de los procesos de acreditación de instituciones y programas, más allá de su impacto económico y social.

Estudio de caso: Universidad Central Martha Abreu de Las Villas (UCLV)

Se pueden mencionar diferentes casos exitosos de innovación en la educación superior: los bioestimulantes agrícolas y la gestión de incubación de la Universidad de la Habana, la optimización del sistema electroenergético y los resultados en logística de la CUJAE, la tecnología constructiva FORZA de las universidades de Camagüey y Holguín, el manejo integrado de costas de la Universidad de Oriente, la micropropagación de la piña del Centro de Bioplantillas de la Universidad de Ciego de Ávila, los aportes al desarrollo local de la Universidad de Pinar del Río, la producción de alimentos y energía de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, la variedad de pasto CT 115 del Instituto de Ciencia Animal, las variedades de arroz y el Sistema de innovación agropecuaria local (SIAL) del Instituto Nacional de Ciencia Agrícola, el Programa de calidad de la leche (PROCAL) del Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, entre otros.

No obstante, con independencia del vínculo filial de los autores, se considera que la UCLV amerita una breve presentación como caso de estudio, a partir de los artículos de Rubio y colaboradores (2013 y 2020) [39] [40] y otras referencias. En este período la UCLV obtiene como promedio anual 10 premios de la ACC y un premio nacional de innovación como autor o coautor y más de 50 tesis doctorales, con un nivel de colaboración favorable. La evaluación de la innovación es más compleja, pero se reconoce impacto en el desarrollo económico y social a nivel territorial, regional y nacional, con peso en sectores estratégicos como construcciones, electroenergético, TIC, alimentos y agroindustria azucarera y derivados, entre otros.

La UCLV cuenta 9 centros de estudio y 5 centros de investigación: El Centro de Investigaciones Agropecuarias, el Centro de Investigaciones Informáticas, el Centro de I+D de Estructuras y Materiales (CIDEM), el Centro de Bioactivos Químicos, y el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), los dos últimos con personalidad jurídica propia.

El IBP ha logrado resultados de alto impacto en las tecnologías de micropropagación de plantas. Destacándose la rehabilitación de la red de biofábricas y su organización como cadena productiva en una vinculación efectiva con la Empresa de Semillas, y su incidencia decisiva en la recuperación del plátano y banano a nivel nacional después de su devastación por huracanes, junto a innovaciones exitosas en otros cultivos. Se destaca también la transferencia de tecnologías a diferentes países, los premios de la ACC y de innovación



nacional, las publicaciones en revistas de factor de impacto y la formación de másteres y doctores.

El CIDEM se destaca por su efectiva combinación de investigación e innovación y el desarrollo de tecnologías sociales. Núñez, (2019) [9, p 86, 87] lo caracteriza y considera que "en Cuba la trayectoria sociotécnica nace a principios de los años 90 en el CIDEM" y destaca que éste "impulsó una red nacional de producción local de materiales de construcción". En el 2008 se obtuvo el premio nacional de innovación. En el 2012 se publicó el "ABECE de la producción local de materiales de construcción". El Ministerio de la Construcción y los gobiernos locales incorporaron esta tecnología a su sistema de trabajo y se ha desarrollado un **Modelo para la producción y venta de materiales de construcción en el programa de la vivienda cubana**. Esto que constituye una innovación organizacional con un impacto importante en la construcción y reparación de viviendas, con mucho peso en la recuperación frente al azote de huracanes a nivel nacional. Ello se expresa en 570 talleres locales en 280 Consejos Populares, la creación de 10 mil empleos y ventas anuales por más 400 millones de pesos, aunque se mantienen reservas importantes para el mejor aprovechamiento de las capacidades creadas. Se han logrado importantes encadenamientos productivos con empresas geomineras e industriales, que han permitido un mejor aprovechamiento de las materias primas locales y la producción nacional de las máquinas (para bloques y baldosas, molinos de bolas, martillos y quijadas y otras) y piezas de repuestos, con sus implicaciones en cuanto a soberanía tecnológica. Sin detrimento de ésta y otras innovaciones, hay resultados de investigación destacados y proyecciones ambiciosas en la química y las tecnologías de producción de cemento y otros materiales de construcción.

Algunos de esos resultados están actualmente integrados en un proyecto más amplio sobre gestión local del hábitat con aportes significativos en 10 municipios de Villa Clara, Sancti Spíritus y Cienfuegos y una proyección en marcha en 19 municipios. Se destacan también los resultados científicos e innovaciones de impacto en la modelación de estructuras y el terreno. Sobre todo, esto se han obtenido varios premios ACC y de innovación nacional, tesis doctorales y publicaciones en revistas de factor de impacto. Investigación avanzada e innovación se complementan para lograr impacto económico y social.

Aunque la UCLV ha estado sometida a las mismas limitaciones y dificultades de otras instituciones como parte del sistema de CTI y se mantienen insatisfacciones en términos de innovación, se consideran factores de éxito para estos resultados favorables:

1. El desarrollo de una fuerte red de centros de investigación, centros de estudio y grupos de investigación priorizados, con una infraestructura de aceptable y buena en algunos casos, que logran trabajar como sistema en proyectos concretos.
2. Un claustro bien preparado, con vocación de servicio, muy comprometido y motivado con los resultados obtenidos y en gestación, y por su desarrollo científico.
3. Un liderazgo científico desarrollador, con buena capacidad de convocatoria interna y externa con el sector productivo y los gobiernos territoriales, para el trabajo en redes académicas y sociotécnicas sobre la base de ganar-ganar.
4. Una política integrada de CTI y formación doctoral bien implementada y articulada, que favorece que la investigación avance al ritmo de doctorados pertinentes, con efecto de arrastre desarrollador sobre todo el posgrado y el pregrado.
5. Un buen sistema de gestión de la I+D+i, con expresión en una favorable combinación y ejecución de proyectos de I+D y de innovación, con peso en diferentes programas de CTI, y en el funcionamiento de sus consejos científicos.
6. La interdisciplinariedad de la universidad y su expresión concreta en proyectos complejos con la implicación necesaria de diferentes áreas.
7. Un amplio espectro de relaciones con distintas ramas productivas que favorece el establecimiento de la intersectorialidad necesaria para una innovación efectiva, incluyendo un respaldo material.
8. Experticia para gestionar con éxito grandes proyectos internacionales con impacto en el desarrollo institucional, territorial y empresarial.
9. Una favorable reputación, prestigio, confianza y comunicación en el entorno económico y social, los gobiernos, sectores productivos, universidades y ECTI en la provincia, la región central y a nivel nacional.
10. Una emulación fraternal de base colaborativa y participativa con expresión en un ordenamiento anual en CTI entre los centros de estudio e investigación, facultades y centros universitarios municipales.

Recientemente se ha creado en la UCLV una Empresa de Ciencia y Tecnología como entidad de interfase para promover la innovación y elevar la efectividad en la vinculación de la universidad con el sector productivo y los territorios, que apunta a un futuro parque científico y tecnológico, aprovechando las oportunidades que brindan los nuevos instrumentos jurídicos sobre el Sistema de CTI y el sistema de trabajo del Gobierno.

Universidad, innovación y gestión de Gobierno

El peso de la educación superior en el sistema de CTI, sus favorables resultados científicos y significativos impactos obtenidos en el período 2012-2020, sirven de base para el fortalecimiento del sistema de trabajo del Gobierno, para aplicar la ciencia y la innovación a todos los procesos productivos y dinámicas sociales, a fin de impulsar la economía [41]

La vinculación de la universidad con el sector productivo y los territorios en CTI ha sido aceptable en términos de investigación, pero insuficiente en términos de innovación. Ello ha estado afectado por un marco regulatorio inadecuado en el sistema de CTI y un sector productivo poco innovador por diferentes causas. No obstante, en ocasiones no se logra en la estructura de proyectos, un balance adecuado entre proyectos de I+D y de innovación, ni que la investigación científica esté consecuentemente orientada al desarrollo y la innovación, ni que la innovación conjunta se realice sobre bases científicas adecuadas.

La práctica demuestra que para una vinculación efectiva educación superior-sector productivo, es necesario lograr congruencia de los objetivos y estrategias de las partes, diálogo sistemático y confianza mutua, compromiso y motivación con la alianza sobre la base de ganar-ganar, superar la etapa de concertación de ofertas y demandas [42] gestionar proyectos de I+D y de innovación conjuntos o por encargo¹² que incluyan la capacitación y el desarrollo pertinente del potencial humano, todo en el marco de un ecosistema colaborativo que promueva la innovación de impacto económico y social (Díaz-Canel y Núñez, 2020) [44].

La I+D+i en la educación superior debe ser siempre formadora de potencial humano, también directamente del sector productivo y en ello radica una de sus principales fortalezas. Los cursos por encuentros, la superación profesional, las maestrías y los doctorados, los diplomados y el sistema de superación de cuadros, representan una gran oportunidad para la universidad de fortalecer la vinculación para lograr impacto en la innovación de forma conjunta.

Por otra parte, la efectividad de la vinculación se favorece cuando el sector productivo cuenta con buenas ECTI y empresas de proyectos y de ingeniería, así como buenas direcciones y departamentos de desarrollo a nivel empresarial y superior, siempre que se logre de conjunto superar la competencia por una alianza estratégica. Para ello es importante que la educación superior contribuya al fortalecimiento de estas entidades y colectivos más vinculados al desarrollo y la CTI y que los directivos y especialistas implicados defiendan su maestría y en algunos casos su doctorado, en temas directamente vinculados a su trabajo, en proyectos pertinentes de I+D o de innovación conjuntos y preferiblemente con cotutoría. La universidad debe apoyar especialmente en los aspectos metodológicos, la delimitación del tema, la formulación científica de resultados de innovación, el manejo de la bibliografía y las publicaciones establecidas.

La educación superior por sus fortalezas [14] y los antecedentes y resultados mencionados en su planificación estratégica, tiene buenas oportunidades para incidir en la mayoría de los sectores estratégicos, aunque el balance en relación con el sector productivo presenta diferencias importantes.

En alimentos y agroindustria se cuenta con redes de ECTI fuertes de ambas partes, lo cual se puso de manifiesto en los resultados de los talleres nacionales 'con más ciencia' realizados en 2019, promovidos por el Gobierno en alimentos, agroindustria azucarera y alimentaria. En las TIC se manifiesta un balance con buenas perspectivas conjuntas de ECTI, empresas de alta tecnología y parques tecnológicos.

En energía, hidráulica y construcciones las principales ECTI y el mayor potencial de investigación están en las universidades, con excepción del petróleo, lo cual se complementa con fuertes empresas de proyectos e ingeniería del sector productivo con capacidades de innovación y también de I+D. En la industria médico farmacéutica BIOCUBAFARMA es determinante, pero tiene peso la investigación estratégica y la innovación basada en la I+D en

¹² Zulueta y colaboradores (2015) [43] plantean que “en la transferencia de tecnología universidad-empresa se reconoce la necesidad de transitar a procesos de integración de los nuevos conocimientos que se originan en ambos sectores”.



colaboración con las universidades. El turismo es un sector muy profesional, con predominio de la innovación y el aprendizaje interactivo con implicación de las universidades.

La educación superior está muy implicada en los servicios técnicos profesionales. En transporte la educación superior tiene poco desarrollo y es un sector a fortalecer. La industria ligera es un sector con peso de tecnologías específicas donde la educación superior tiene poca experiencia, pero hay potencialidades para una mejor colaboración.

En todo lo anterior hay reservas importantes para elevar la efectividad de la vinculación en términos de impacto innovador. En general la cobertura territorial, el potencial de investigación interdisciplinario, el trabajo en red y la colaboración internacional favorece a la I+D+i universitaria, mientras la experticia profesional y la infraestructura técnica es superior en el sector productivo. Se trata de unir fortalezas para lograr impacto.

En el desarrollo territorial las universidades, sus centros de estudio e investigación, centros universitarios municipales y redes académicas y sociotécnicas, deben alinearse con la Política para Impulsar el Desarrollo Territorial, apoyar los enfoques multinivel e intersectorial en las Estrategias de Desarrollo Provinciales (EDP) y municipales (EDM). Para ello deben participar en la implementación de las EDM ya aprobadas en cerca 67 municipios y en la elaboración para el 2021 en los restantes, así como en los programas establecidos en sus líneas estratégicas, e implicarse en proyectos de I+D y sobre todo de innovación en los Programas de CTI Territoriales, y en Proyectos de Desarrollo Local económico-productivos, ambientales, organizacionales, socioculturales y de i+D+I.

Por otra parte, el modelo lineal que tiende a enfocar la innovación solo como resultado de la investigación, está muy arraigado en la cultura universitaria, en el SCTI y en la propia gestión de Gobierno. La innovación no proveniente directamente de la I+D, tiende a estar subvalorada respecto a la investigación. Ello se expresa por ejemplo en las bases del sistema de premios de impacto económico y social de la educación superior, en los cuales, con excepción del desarrollo local, el premio debe ser resultado de una investigación [27, p 67- 76]. El perfeccionamiento debe promover la innovación proveniente de I+D y del aprendizaje interactivo, en una combinación a la medida para lograr impacto.

La investigación-innovación de significativo o relevante impacto económico social en general desborda la investigación disciplinaria departamental. La educación superior, sus universidades, y su amplio espectro de centros de estudio e investigación y grupos de investigación priorizados, se ha mantenido como una fortaleza importante del SCTI, a pesar de cierta erosión de su potencial científico y es necesario potenciarlo¹³. Los mecanismos y regulaciones vigentes en este período y un sector productivo poco innovador, no contribuyeron a que esas fortalezas se expresaran con mayor peso en términos de impacto. La base jurídica más reciente, el fortalecimiento del vínculo universidad-empresa y el sistema de trabajo del Gobierno, han creado un escenario favorable en la última etapa.

El "Cuadrante de Pasteur" sirve de modelo didáctico para entender mejor la relación entre investigación e innovación, entre el nuevo conocimiento y la aplicación práctica [45]. Con visión desde la educación superior para lograr impacto económico y social, inicialmente se planteó una modificación del contenido de los cuadrantes con ese objetivo, manteniendo sus nombres [25].

En la nueva propuesta que se presenta en la fig. 2 se pretende potenciar la innovación de impacto económico social proveniente de una combinación de I+D y aprendizaje interactivo, mediante una efectiva "pasteurización" de la gestión de I+D+i en la educación superior, válida con adecuaciones para gran parte de los centros implicados en el SCTI.

¹³ El objetivo específico 13 del eje estratégico Potencial humano-CTI (PCC, 2017), supera cierta tendencia a subordinar la investigación-innovación a la docencia, ratifica el respaldo estratégico al desarrollo de la educación superior y propone: "Impulsar la formación del capital humano de alta calificación y la generación de nuevos conocimientos, garantizando el desarrollo de las universidades y la educación en general, sus recursos humanos e infraestructura".



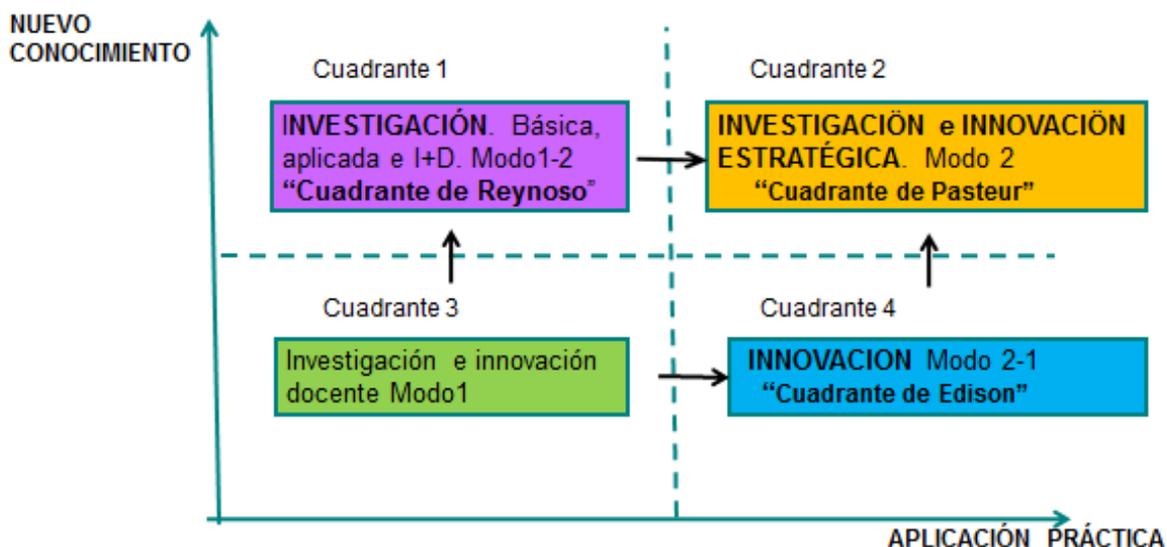


Fig. 2. "Pasteurización" de la I+D+i para potenciar mayor impacto económico y social

El cuadrante 1, antes dirigido a la investigación básica como cuadrante de Bohr¹⁴, ahora se amplía a toda la **investigación**: básica orientada, aplicada y la I+D. Ésta tiene mucho peso para la universidad. Se gestiona fundamentalmente por proyectos de I+D integrados en programas de CTI nacionales, sectoriales y territoriales, y es fuente de maestrías, doctorados, premios ACC y publicaciones. Debe predominar el llamado modo 2 de generación de conocimiento en el entorno de su aplicación, frente al modo 1 tradicional universitario [46]. Ello facilita cerrar el ciclo de innovación y lograr impacto económico y social, así como el eventual desarrollo hacia la investigación e innovación estratégica [7] de alto impacto en el cuadrante 2 de Pasteur¹⁵. Visto así, ya no procede el nombre de Bohr y se propone nombrarlo "Cuadrante de Reynoso"¹⁶, como reconocimiento al ilustre académico e investigador cubano.

El cuadrante 4 mantiene el nombre de Edison¹⁷ y se orienta no ya a la investigación aplicada sino a la **innovación, que** puede partir de la I+D previa de forma más o menos estructurada, pero también del aprendizaje interactivo, con gran peso del sector productivo. Se gestiona fundamentalmente como proyectos de innovación en el entorno de su aplicación y en el marco de Programas de CTI y a nivel empresarial y local, orientados a lograr impacto económico y social de forma más directa. Aunque predomine la innovación incremental de significativo impacto, en algunos casos estos proyectos pueden desarrollarse como innovaciones estratégicas moviéndose al cuadrante de Pasteur, sin que ello implique necesariamente un cambio tecnológico radical. El reto es desarrollar esta innovación sobre bases científicas para lograr mayor impacto, pero también en lo posible con expresión en premios de innovación y de ciencia, publicaciones, maestrías y también doctorados, como resultado del trabajo conjunto.

El cuadrante 3 expresa la investigación e innovación universitaria de alcance más modesto en términos de nuevos conocimientos y de aplicaciones prácticas, pero importantes para la calidad de la docencia en un espectro disciplinario más amplio. Con frecuencia se trata de proyectos institucionales, sin una clara evaluación y concertación externa, aunque de potencial interés. En su desarrollo estos proyectos pueden moverse hacia los cuadrantes de Edison o Reynoso. Esto podría ser válido con adecuaciones también para gran parte de la innovación tradicional e incremental en el sector empresarial, con expresión en el trabajo y proyectos de

14 Niels Bohr (1885-1962). Físico danés, autor de una teoría sobre la estructura del átomo, resultado de la investigación básica, que mereció el Premio Nobel en 1922.

15 Luis Pasteur (1822-1895). Químico y biólogo francés. Creador de la microbiología, con resultados relevantes sobre fermentaciones y enfermedades contagiosas, que iniciaron la era de la vacunación y renovaron la medicina. Es el paradigma de lo que hoy llamamos investigación e innovación estratégica.

16 Álvaro Reynoso Valdés (1829-1888). Químico fisiólogo, agrónomo y tecnólogo industrial. Director del Instituto de Investigaciones Químicas de la Habana (1859-1864), donde obtuvo sus principales éxitos científicos. Se le considera padre de la agricultura científica cubana. Se destaca su obra "Ensayo sobre el cultivo de la caña de azúcar". Con visión actual podemos considerarlo paradigma de la investigación orientada al desarrollo y la innovación.

17 Tomás Edison (1847-1931). Físico estadounidense inventor de numerosos aparatos eléctricos como la lámpara incandescente, el fonógrafo, un acumulador, entre otros. Con visión actual puede considerarse paradigma de la innovación.

la Asociación Nacional de Innovadores y Racionalizadores (ANIR), de las Brigadas Técnicas Juveniles (BTJ) y del movimiento del Fórum de Ciencia y Técnica (FCT), que no clasifiquen inicialmente en el cuadrante de Edison.

La investigación e innovación universitaria puede tener presencia en los 4 cuadrantes, atendiendo diferenciadamente las prioridades, con una combinación adecuada de proyectos de I+D y de innovación, así como la transferencia de tecnología, el extensionismo, los servicios científico técnicos, la asesoría y consultoría, la formación del potencial humano y la creación de competencias, con apoyo de los dispositivos de interfase creados a estos efectos.

El reto es lograr más innovación con expresión en impactos a partir de los nuevos conocimientos que aporta la investigación, y también más ciencia expresada en conocimientos, maestrías y doctorados a partir de la innovación pertinente de base científica.

En todos los casos la colaboración debe establecerse desde el inicio sobre un código ético blindado y en base a 'ganar-ganar', pero pensando como país para lograr una efectiva vinculación universidad-sector productivo. La transferencia de resultados de investigación sin antecedentes concretos de colaboración, tiende a presentar dificultades por razones objetivas y subjetivas.

V. CONCLUSIONES

1. La actividad de CTI en la planificación estratégica del MES 2012-2020 con integración de procesos para lograr impacto económico social en el sector productivo y los territorios, se ha mantenido como una innovación organizacional favorable. De esta forma se proyecta hacia el 2030 en tres de sus objetivos estratégicos con mayor peso en el desarrollo económico.
2. El sistema de indicadores e incentivos de la CTI en la educación superior se ha perfeccionado en términos de innovación más allá de la I+D y en la gestión de impactos, con resultados positivos pero insuficientes, apreciándose aún reservas importantes.
3. La implementación efectiva de una política integrada de CTI y formación doctoral y su expresión en proyectos de I+D y de innovación pertinentes con formación doctoral incluida, es vital para la obtención de resultados científicos orientados al desarrollo y la innovación, a fin de cerrar ciclo y lograr impacto económico y social.
4. Existen contradicciones entre investigación y docencia, investigación e innovación, investigación y doctorado, publicaciones y aplicaciones, pero éstas no son antagónicas y bien gestionadas pueden armonizarse y direccionarse como un factor de desarrollo.
5. El elevado potencial de I+D+i y de desarrollo del potencial humano de MES tiene una base sólida en su sistema de centros de investigación, centros de estudio y grupos de investigación interdisciplinarios, siendo necesario potenciarlos de forma diferenciada y consecuente.
6. La vinculación efectiva con el sector productivo y los territorios debe expresarse en proyectos de innovación y de I+D conjuntos o por encargo en los programas de CTI nacionales, sectoriales y territoriales, y como proyectos empresariales y de desarrollo local, que incluyan el desarrollo de su potencial humano.
7. La interdisciplinariedad de la universidad y su capacidad de convocatoria en diferentes esferas productivas, debe contribuir a la concertación intersectorial para la innovación con impacto económico y social a nivel nacional y territorial.
8. La educación superior es fundamental para la mejor aplicación de la Política para Impulsar el Desarrollo Territorial con enfoque multinivel e intersectorial en las estrategias de desarrollo a nivel provincial (EDP) y municipal (EDM).
9. La educación superior por sus nichos de fortaleza en las TIC y la ciencia de la comunicación y por su cobertura territorial, es un factor importante en la estrategia de informatización, innovación y comunicación social en la gestión de Gobierno.
10. Los favorables resultados de la educación superior y su peso en el sistema de CTI, han contribuido al fortalecimiento del sistema de trabajo del Gobierno, enfocado en "aplicar la ciencia y la innovación a todos los procesos productivos y dinámicas sociales para afianzar el desarrollo", e impulsar la economía como parte de su "IDEAL" en la Estrategia de desarrollo económico y social hasta el 2030 (Díaz-Canel, 2020) [41].
11. **El sistema de trabajo del Gobierno, la precisión de prioridades, el establecimiento de un marco regulatorio y financiero más adecuado, y su capacidad de articulación y movilización de todos "pensando como país", deben determinar que la formación y desarrollo del potencial humano calificado necesario, el**



fortalecimiento pertinente de las instituciones del conocimiento y el desarrollo de un sector productivo más innovador, converjan en un sistema de CTI efectivo como motor del desarrollo económico y social. 🏛️

VI. REFERENCIAS

1. Núñez, J. La ciencia universitaria en el contexto de los cambios en el modelo económico y social: Lecciones del pasado y miradas hacia adelante. *Revista Universidad de La Habana*. 2013; No 276, p 98-123. ISSN 0253-9276
2. Vessuri, H. De la pertinencia social a la sociedad del conocimiento, P 459-478. En C. Tünnerman (ed), *La educación superior en América Latina y el Caribe: diez años después de la Conferencia Mundial de 1998*. Cali: Sello Editorial Javeriano, 2008. IESALC-UNESCO.
3. Núñez J. Pensar la ciencia en tiempos de la COVID-19. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2020;10(2): COVID-19 [monográfico]. Disponible en: <http://www.revistaccuba.sld.cu/index.php/revacc/article/view/797/827>
4. OEI-OCTS, RICYT. Manual de vinculación con el entorno socioeconómico. Manual de Valencia. 2017. España. [Consultado el 1 de julio 2020]. Disponible: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?nueva-publicacion-manual-de-valencia>
5. Saborido, J. Educación superior: desarrollo sostenible y políticas públicas. Visión desde Cuba. En: *Educación Superior en América Latina y el Caribe. Estudios retrospectivos y proyecciones*. IESALC-UNESCO. Editorial Universidad Nacional de Córdoba, 2018. p 53-67
6. IESALC-UNESCO. Plan de acción de la conferencia regional de educación superior para América Latina y el Caribe (CRES 2018). Córdoba, Argentina. 2018. Disponible en: <http://www.iesalc.unesco.org.ve>
7. Didriksson, A. Contexto global y regional de la educación superior en América Latina y el Caribe. p 22-54. En L. Gazzola y A. Didriksson (eds), *Tendencias de la educación superior en América Latina y el Caribe*. 2008. Caracas, IESALC-UNESCO.
8. Arocena, R.; Goransson, B; Sutz, J. Knowledge Policies in Developing Countries: Inclusive Development and the Developmental Universities. *Technology in Society*, 2015. Vol. 41, p 10-20.
9. Núñez, J. Universidad, conocimiento y desarrollo: nuevas encrucijadas. Una lectura desde CTS. Editorial Universidad de La Habana. 2019. ISBN 978-959-7251-45-3
10. García, J.L.; Salgado, I.; Merino, T. Los hermanos Humboldt desde la perspectiva de la educación superior cubana. *Revista ISLAS*, 2019. Vol. 61, No.193, p 127-142. ISSN 0042 1547.
11. Thune, T. Doctoral students on the university-industry interface: a review of the literature. *Revista Higher Education* 2009. Vol. 58, No. 5, p 637-651, Springer, Suiza. ISSN 1573-174X
12. Constitución de la República de Cuba. [Consultado el 1 de junio 2020]. Disponible en: <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/Nueva%20Constituci%C3%B3n%20240%20KB-1.pdf>.
13. Díaz-Canel, M., Alarcón, R., Saborido, J. Potencial humano, innovación y desarrollo en la planificación estratégica de la educación superior cubana 2012-2020. *Revista Cubana de Educación Superior*, 2020. Vol. 39, No.13.ISSN 2518-2730.
14. Díaz-Canel, M. Hacia un mayor impacto económico y social de la educación superior. *Revista Nueva Empresa*, 2012. Vol. 8, No. 1, p 3-10. ISSN 1682-2455.
15. Lundvall, B.A.; Joseph, K.J; Chaminade, C; Vang, J. Innovation system research and developing countries, p.1-32. In Bengt-Ake Lundvall, K.J. Joseph, C. Chaminade J Vang (eds), *Handbook of Innovation Systems and Developing countries, Building Domestic Capabilities in a Global Setting*. 2009. Cheltenham, UK; Northampton, MA, USA: Edward Elgar Publishing. ISBN 978-1-84720-609.
16. Núñez, J.; Montalvo, L.F.; Fernández, A.; García, J.L. Cuba: University, Innovation and Society: Higher education and National System of Innovation, p 97-118. In B. Goransson y C. Brundenius (eds), *Universities in Transition. The Changing Role and Challenges for Academic Institutions*. Ottawa: International Development Centre, Springer. 2011. ISBN 978-1-4419-7509-6.



17. Saborido J., Alarcón R. La integración de la universidad: experiencias de Cuba. Revista Cubana de Educación Superior, 2018. Vol. 37, No. 3 Sept- Dic, p 288-307. ISSN 2518-2730.
18. Cabal, C., Rodríguez, C. Una visión de la ciencia en Cuba: Pasos y caminos. Revista Anales de la Academia de Ciencias de Cuba, 2015. Vol. 5, No. 2, p 1-11. ISSN 2304-0106.
19. Lage, A. Las funciones de la ciencia en el modelo económico cubano. Revista Temas, 2012. No. 69, p 31-42. ISSN 0864-134X
20. Ministerio de Educación Superior (MES). Seminario nacional de preparación del curso 2011-2012. Editorial Félix Varela, 2011. Habana.
21. Ministerio de Educación Superior (MES). Objetivos de trabajo 2013 y hasta el 2016. Editorial Félix Varela, 2012. La Habana.
22. Alonso, A.; Michelena, E.; Alfonso, D. Dirección por procesos en la universidad. Revista Ing. Industrial, 2013. Vol. 35, No.1, p 87-95. ISSN 1815-5936.
23. Ortiz, A.; Funzy, J.M.; Pérez, M.; Velázquez, R. La gestión integrada de los procesos en universidades. Procedimiento para su evaluación. Revista Ing. Industrial, 2014. Vol.36, No. 1, p 91-103. ISSN 1815-5936.
24. Ministerio de Educación Superior (MES). Objetivos de trabajo para en 2016. Editorial Félix Varela, 2015. La Habana
25. González, M., García, J.L., Fernández, A., González, W. Mecanismos de gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación en las universidades como herramienta indispensable para su avance. Revista Universidad de La Habana, 2013. No 276, p 193-206. ISSN 0253-9276.
26. PCC: Documentos del 7mo. Congreso del Partido aprobados por el III Pleno del Comité Central del PCC el 18 de mayo de 2017 y respaldados por la Asamblea Nacional del Poder Popular el 1 de junio de 2017 (I). [Consultado el 10 de junio 2020]. Disponibles en: <http://www.granma.cu/file/pdf/gaceta/%C3%BAltimo%20PDF%2032.Pdf>
27. Ministerio de Educación Superior (MES). Planificación estratégica 2017-2021. Editorial Félix Varela, 2017. La Habana.
28. Ministerio de Educación Superior (MES). Documentos metodológicos para la organización de la CTI en las universidades y ECTI del MES. Editorial Félix Varela, 2017a. La Habana.
29. Rubio, A. Algunas consideraciones sobre la reorganización de la actividad científica en las universidades del MES de Cuba. Revista Cubana de Educación Superior. 2016. Vol. 35, No.1, p 95-98. ISSN 2518-2730.
30. Ministerio de Educación Superior (MES). Proyecto estratégico del MES año 2020. Editorial Félix Varela, 2019, La Habana.
31. Véliz, V.; Alonso, A.; Alfonso, D.; Michelena, E. Análisis estratégico de una universidad basado en el enfoque por procesos. Revista Ing. Industrial, 2017. Vol. 38, No. 2, p 201-209. ISSN 1815-5936.
32. Ministerio de Educación Superior (MES). Prontuario Estadístico Curso 2018-2019. Editorial Félix Varela, 2019 a. La Habana
33. Comisión Nacional de Grados Científicos. Informe de balance 2019. Documento de trabajo, 2020, La Habana.
34. Ministerio de Educación Superior (MES). Balance del cumplimiento de los objetivos del año 2019. Editorial Félix Varela, 2020. La Habana.
35. CITMA. Tercera Encuesta Nacional de Innovación. Disponible en: www.citma.gob.cu. 2018. ISBN; 978-959-234-141-8
36. Saborido, J. Universidad, investigación, innovación y formación doctoral para el desarrollo en Cuba. Revista Cubana de Educación Superior, 2018 a. Vol. 37, No. 1, p 4-18. ISSN 2518-2730.
37. Castellanos, L., Rodríguez, C., Valdés, P. La ciencia cubana a través de sus publicaciones en revistas arbitradas. Revista Temas, 2018. No. 93-94, p 11-18. ISSN 0864-134X
38. De-Moya, F.; Herran, E.; Bustus, A.; Corera, E.; Tibaná, G.; Rivadeleyra, F. Ranking iberoamericano de instituciones de educación superior 2020 (SIRIber). Granada: Ediciones profesionales de información. 2020. ISBN 97884 120239 30. Disponible en: <http://doi.org/10.3145/sir-iber-2020>.



39. Rubio, A., García, J.L. Red de centros de investigación como base de la actividad científica en una institución de educación superior cubana: La Universidad Central de Las Villas. Revista Universidad de La Habana, 2013. No 276, No.3, p 124-136. ISSN 0253-9276.
40. Rubio, A.; Hernández, G.; González, E. La dirección científica de la ciencia y la red de centros de investigación. Pilares del desarrollo de la UCLV. Revista Cubana de Educación Superior, 2020. Vol. 39, No.2. ISSN 2518-2730.
41. Díaz-Canel, M. (2020). Palabras pronunciadas en la reunión del Consejo de Ministros el 16.7.2020. Periódico Granma, 18.7.2020. Disponible en: [www.granma.cu file:///C:/Users/Jorge/AppData/Local/Temp/G_2020071809.pdf](http://www.granma.cu/file:///C:/Users/Jorge/AppData/Local/Temp/G_2020071809.pdf)
42. García, J.L.; Fernández, A., González, M.; González, W. Estrategias para la concertación de ofertas y demandas tecnológicas. Revista Nueva Empresa, 2012. Vol. 8, No. 1, p 48-54. ISSN 1682-2455.
43. Zulueta, J.C.; Medina, A.; Negrín, E. La integración del conocimiento en la transferencia de tecnología universitaria. Modelo y procedimiento. Revista Ing. Industrial, 2015. Vol. 36, N. 3, p 306-317. ISSN 1815-5936.
44. Díaz- Canel, M.; Núñez, J. Gestión Gubernamental y ciencia cubana en el enfrentamiento a la COVID-19. Revista Anales de la ACC, 2020. Vol.10, No.2, especial COVID-19, p 881. ISSN 2304-0106.
45. Stokes, D.E. Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation. 1997. Washington D.C.: Brooking Institution Press. Disponible en: <http://www.amazon.com/Pasteurs-Quadrant-Science-Technological-Innovation/dp/0815781776>
46. Gibbons, M. et al. The new production of knowledge. Die dynamics of science and research contemporary societies. Sage,1994. London

Los autores declaran que no hay conflicto de intereses

Contribución de cada autor:

Miguel Díaz-Canel: Realizó la redacción y revisión del artículo con mayor peso en lo referido al sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, la planificación estratégica del Ministerio de Educación Superior 2012-2016, las normativas jurídicas, la innovación empresarial, la gestión de gobierno y el desarrollo local.

José Luis García: Realizó la redacción y revisión del artículo con mayor peso en cuanto a la Ciencia, Tecnología e Innovación universitaria, la planificación estratégica del Ministerio de Educación Superior 2017-2021, los doctorados y el caso de estudio Universidad Central Martha Abreu de Las Villas (UCLV).

