

**DESAFÍOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y
LA INNOVACIÓN EN LA UNIVERSIDAD POR
EL DESARROLLO SOSTENIBLE**



Universidad 2020

12^{do} Congreso Internacional
de Educación Superior

CURSO 2

DESAFÍOS DE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN EN LA UNIVERSIDAD POR EL DESARROLLO SOSTENIBLE

**Pedro Pablo del Pozo Rodríguez
Allan Pierra Conde**

**DESAFÍOS DE LA CIENCIA, LA
TECNOLOGÍA Y LA INNOVACIÓN
EN LA UNIVERSIDAD POR EL
DESARROLLO SOSTENIBLE**

Pozo Rodríguez, Pedro Pablo del

Desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación en la universidad por el desarrollo sostenible / Pedro Pablo del Pozo Rodríguez, Allan Pierra Conde. – La Habana :Editorial Universitaria (Cuba), 1a. ed., 2020. – 61 pp.: bibliografía, figuras. – (14 x 21 cm.).

ISBN 978-959-16-4382-7 (PDF).

1. Pierra Conde, Allan. 2. Bernaza Rodríguez, Guillermo Jesús, coordinador; 3. Cuba, Ministerio de Educación Superior; 4. Colección de Ciencias Económicas y Administrativas; 5. Desarrollo sostenible

II. Título

III. Curso 2: Universidad 2020: Congreso Internacional de Educación Superior, 12.

CDD 307.14 - Desarrollo

Coordinador y editor: Dr. C. Guillermo Jesús Bernaza Rodríguez

Diseño de la cubierta: Lic. Romanda Selmán-Housein

Editorial Universitaria. Calle 23 esquina a F. No 565. El Vedado, La Habana, CP 10400, Cuba. Teléfono (+537) 837 4538. Web:

<http://eduniv.reduniv.edu.cu>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>



Tabla de contenido

Resumen.....	9
Autores.....	11
Introducción.....	15
Contextualización del Estado de la Ciencia, la Innovación y la Educación Superior.....	17
Papel activo y directo de las universidades en el desarrollo social y el crecimiento económico de los países.....	29
Relaciones universidad empresa.....	35
Sobre la economía basada en el conocimiento.....	39
El recurso “conocimiento”: Similar y diferente.....	43
La especulación de las regulaciones.....	47
El cierre del ciclo. El ciclo completo. La innovación.....	49
Políticas de investigación científica.....	53
Sobre la gestión de I+D+i.....	53
Lograr regulaciones que defiendan al sector.....	54
La experiencia de las universidades y centros científicos adscritos al Ministerio de Educación Superior sobre la comercialización.....	54
Papel de la interfaz. Las OTT del MES.....	57
Bibliografía.....	59

Resumen

El desarrollo económico y social de los países utiliza cada vez más el conocimiento. Se ha demostrado que el logro de un crecimiento basado en la utilización intensiva de conocimientos no es exclusivo de naciones altamente desarrolladas ni la formulación de políticas nacionales. Sin embargo, en muchos países en desarrollo hay desarticulación entre las partes que conforman los sistemas nacionales de innovación. De ahí la importancia de que la gerencia de la investigación y desarrollo deba de estar enfocada a la innovación y disponer de las herramientas para lograr la obtención de resultados pertinentes con las necesidades del desarrollo económico y social.

Como la innovación es un proceso social, las insuficiencias del sistema educativo y los altos niveles pobreza y desigualdad social afectan el desarrollo y desempeños de los sistemas de innovación. Los vínculos entre las universidades y centros de I+D públicos, con el sector productivo, se basan en su mayoría en la obtención de información y capacitación y no en formas de interacción para revertir problemas específicos, mediante aplicación de resultados científicos, o sea, cerrando el ciclo de la investigación.

La propuesta del presente curso es debatir sobre aquellos elementos que, desde la gerencia de la ciencia e interfaces contribuyen y facilitan el cierre del ciclo de la investigación científica, basados en el análisis de la experiencia internacional actual e incorporando la experiencia cubana.

Autores



Pedro Pablo del Pozo Rodríguez. Profesor Titular. Director de Ciencia, Tecnología e Innovación del Ministerio de Educación Superior de Cuba. Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana (1998).

Ingeniero Pecuario (Zootecnista) Universidad Agraria de la Habana (1992). Académico de la Academia de Ciencias de Cuba de la Sección de Ciencias Agrarias y de la Pesca. Profesor del Departamento de Producción Animal en la Facultad de Medicina Veterinaria e imparte docencia de Pre y Postgrado. Director de la Sección Agropecuaria de la Comisión Nacional de Grados Científicos de la República de Cuba. Miembro del Comité Académico del Programa de Doctorado de Producción Animal y Producción Agrícola Sostenible. Miembro en Comité Editorial de Revistas en Cuba y Universidades Latino americanas. Miembro de la Asociación Panamericana de Ciencias Veterinarias (PANVET), del Consejo Panamericano de Educación en Ciencias Veterinarias (COPEVET). Ha divulgado sus resultados en más de 40 artículos científicos y presentados en eventos nacionales e internacionales.



Allan Pierra Conde. Profesor Titular. Asesor Técnico Docente de la Dirección de Ciencia y Tecnología e Innovación del Ministerio de Educación Superior. Doctor en Ciencias Naturales, TU Academia de Minas de Freiberg, Alemania, 1993. Licenciado en

Física, Universidad de Oriente, Cuba, 1981. Metodólogo en la Universidad de las Ciencias Informáticas 2015-. Profesor del Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa (ISMMM), 1981-2015. Vicerrector de Investigaciones y Posgrado del ISMMM de 2010-2012. Decano de la Facultad de Geología y Minería del ISMMM de 2008-2010. Director del Centro de Estudios del Medio Ambiente del ISMMM (1994-2008). Asesor de posgrado en el Ministerio de Poder Popular para la Educación Universitaria en la República Bolivariana de Venezuela (2013-2015). Experto de la Junta Nacional de Acreditación de la República de Cuba (2010--). Miembro de la Red GOAL (Geo-Network of Latinamerican-German Alumni) (2008--). Representante de Cuba en la Red CYTED IBEROARSEN (2006-2009). Profesor de la maestría de Geología del ISMMM (2016). Coordinador de la Especialidad de Posgrado Gestión Ambiental de ISMMM (2006--). Miembro del Consejo de Redacción de la Revista Minería y Geología (1993 – 2007). Jefe de Departamento de Física - Matemática en el ISMMM (1986-1989). Es autor de numerosos artículos científicos y presentaciones en eventos nacionales e internacionales.

Introducción

El conocimiento científico y tecnológico es una de las principales riquezas de las sociedades contemporáneas y un elemento indispensable para impulsar el desarrollo económico y social. La ciencia, la tecnología y la innovación se han convertido en herramientas necesarias para la transformación de las estructuras productivas, la explotación racional de los recursos naturales, el cuidado de la salud, la alimentación, la educación y otros requerimientos sociales (OEI 2012). Hoy día no se concibe un desarrollo político, económico y cultural de un país si no es sobre un sólido sistema Ciencia-Tecnología-Empresa.

En los primeros años del siglo XXI la política de ciencia, tecnología e innovación está siendo progresivamente incorporada a la agenda de los países de Iberoamérica. La inversión en ciencia, tecnología y educación superior ha aumentado en casi toda Iberoamérica. La mayor parte de los países han comenzado a formular y aplicar políticas de estímulo a la innovación. La cooperación internacional en ciencia y tecnología ha crecido y nutre las relaciones entre Iberoamérica y el resto del mundo. La creación de un espacio común destinado a fortalecer la educación superior, la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación es la tarea que se impone para cerrar la brecha tecnológica que separa a los países menos adelantados de los desarrollados.

La Ciencia, la Tecnología y la Innovación (CTI) son hoy más necesarias que nunca para vencer los complejos desafíos que enfrenta nuestros países en la región, los cuales no pueden basar su desarrollo económico y social en el uso exclusivo de sus recursos naturales, la exportación de productos primarios o el uso ex-

tensivo de la fuerza laboral. Hoy día no se concibe un desarrollo político, económico y cultural de un país si no es sobre un sólido sistema Ciencia-Tecnología-Empresa, donde se jerarquice la inversión en recursos humanos y su articulación en procesos de desarrollo productivo, la utilización del conocimiento como fuente de competitividad, articulación efectiva en la cadena de valor desde la mano de obra hasta la producción intensiva del conocimiento (redes de valor), el uso de tecnologías de punta y el desarrollo de la innovación, así como la existencia de políticas públicas de apoyo financiero y un marco regulatorio favorable a la inversión y competitividad, con un papel protagónico del Estado en la economía (Díaz, et al 2018).

En el contexto actual se producen cambios tecnológicos rápidos en los que las nuevas tecnologías pueden suplantar las industrias, lo cual requiere de la construcción de ambientes regulatorios innovadores que apoyen la innovación y la capacidad de asumir riesgos. En Cuba, a partir de sus propias experiencias en diciembre del 2012 se creó, mediante el Decreto Ley No 307, la OSDE BioCubaFarma, con 31 empresas a partir de la fusión de las industrias farmacéuticas y biotecnológicas, la cual cuenta con contexto regulatorio particular e incentivos para crecimiento, maduración y gestión de riesgos (Lage, 2017)

En el presente curso se realizan varias reflexiones sobre los desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación en la universidad por el desarrollo sostenible, sus peculiaridades y las formas de innovar en la sociedad desde la universidad, basados en el análisis de la experiencia internacional actual e incorporando la experiencia cubana.

Contextualización del Estado de la Ciencia, la Innovación y la Educación Superior

Aunque hay numerosas formas de evaluar la actividad científica, las más frecuentes actualmente se concentran en cuatro grupos de indicadores fundamentales: (UNESCO, 2010 y OEI 2012, RICYT, 2014, 2018 y Gabriela Dutrénit, et al 2018).

- Inversión en investigación desarrollo (I+D).
- Recursos humanos dedicados a la investigación y desarrollo.
- Producción científica.
- Innovación tecnológica.

La evolución positiva del PBI en gran parte de la última década propició un aumento de los recursos destinados a ciencia y tecnología. Sin embargo, el cambio de coyuntura económica tuvo un fuerte impacto sobre la inversión en I+D. En 2015, por primera vez desde el año 2000, los recursos decrecen. Los problemas económicos en ALC propiciaron que la inversión disminuya un 5%.

El bloque de países asiáticos es el que tiene más peso en 2016, representando el 41,5% de la inversión a nivel mundial e impulsado, principalmente, por el crecimiento de la inversión en China, Japón, Israel y Corea. A lo largo de los últimos años, este incremento de la inversión en I+D en Asia ha generado el descenso porcentual de la Unión Europea y de Estados Unidos junto a Canadá.

En América Latina y el Caribe (ALC), la inversión en investigación desarrollo (I+D) en términos relativos al PBI, el promedio

de la inversión en ALC en 2017 fue de 0,77%, lo cual representa el 3,1% del total mundial. Además, en ALC la inversión se concentra en Brasil, México y Argentina, los cuales representan el 83% de su inversión total.

Portugal y Brasil son los países iberoamericanos que más esfuerzo relativo realizan en I+D, invirtiendo el 1,29% y 1,28% de su PBI respectivamente en estas actividades. España alcanza el 1,19% y el resto de los países invirtió menos del 0,6% de su producto en I+D (Figura 1). Comparativamente, la inversión de los países de ALC e Iberoamérica continúa siendo inferior a la inversión realizada por los países industrializados. El bloque de países asiáticos es el que tiene más peso en 2016, representando el 41,5% de la inversión a nivel mundial e impulsado, principalmente, por el crecimiento de la inversión en China, Japón, Israel y Corea. A lo largo de los últimos años, este incremento de la inversión en I+D en Asia ha generado el descenso porcentual de la Unión Europea y de Estados Unidos junto a Canadá.

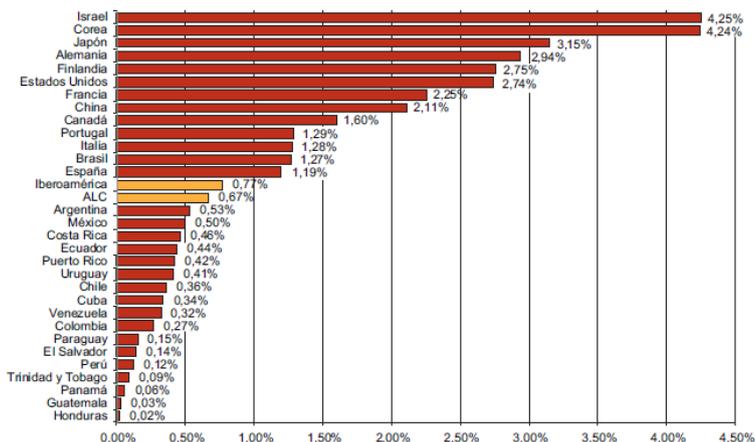


Figura 1. Inversión den I+D+i en relación al PBI en países y regiones seleccionados (RICYT, 2018)

Hay una baja participación del sector empresarial en el financiamiento de la I+D, el 2018 se financió alrededor del 38% de los recursos destinados a I+D (Figura 2). Se trata de una característica distintiva de los países de la región con respecto a países más desarrollados, en los que la inversión del sector empresas supera a la del gobierno. En cuanto al sector de ejecución de los recursos, los tres sectores principales tienen una participación más distribuida. El gobierno ejecuta el 24% de los recursos, las empresas el 38% y el sector de educación superior el 36%.

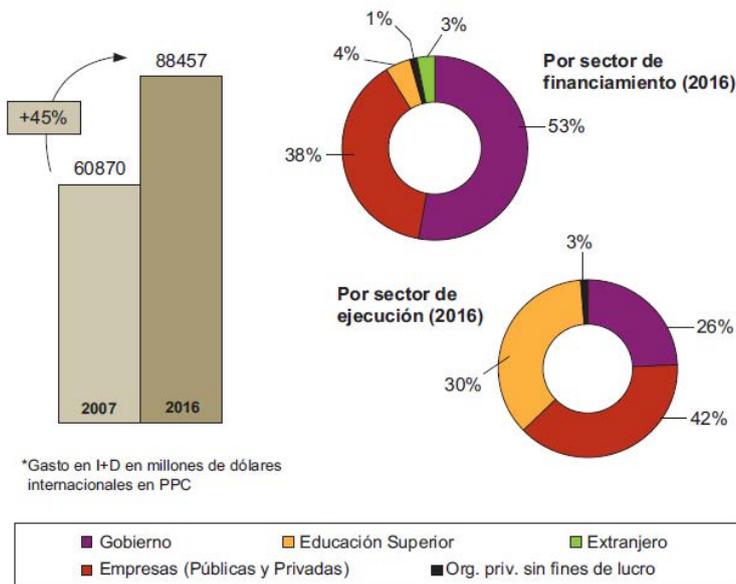


Figura 2. Distribución sectorial de la inversión en I+D en ALC (RICYT, 2018)

Los países que han desplegado políticas para una mayor intensidad de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación se han apoyado en tres fuentes principales de financiamiento:

- El presupuesto estatal.

- Los incentivos fiscales para que las empresas inviertan en CTI.
- El Capital de Riesgo, en los pocos países donde existe un mercado de capitales con cierto desarrollo.
- Son evidentes las limitaciones de nuestro contexto actual para el acceso a esas fuentes de financiamiento.

Por otra parte, Lage (2018) señaló que en nuestros países de la región el componente de Ciencia y Tecnología en la ayuda oficial al desarrollo es mínimo y decreciente, y no sustenta un despegue científico-técnico. La inversión extranjera directa usualmente no contiene un componente importante de I+D, el cual se queda en las empresas matrices que generan la inversión, para lo cual se requiere mucha iniciativa y creatividad para diseñar políticas que movilicen los recursos necesarios para que nuestro sistema de ciencia, tecnología e innovación opere de manera competitiva y catalice el desarrollo de nuestras economías.

Además, señaló que La Innovación no es “*una inversión como las otras*” y que posee como particularidades:

- Una gran parte de lo que genera es “*activo intangible*”, principalmente conocimiento, que no se puede “*re-vender*” como los activos tangibles de otras inversiones.
- La innovación contiene una cuota de incertidumbre superior a la de otras inversiones. Puede no funcionar.
- Cuando la innovación es exitosa, los plazos de recuperación suelen ser más largos que los de otras inversiones.
- Por su carácter especializado, en el financiamiento de la innovación hay mucha “*información asimétrica*”. El receptor de la inversión conoce mucho más del tema que quien decide invertir.

Los recursos humanos de ALC, dedicados a la investigación aumentaron un 61%, alcanzando la cifra de 473.339 investigadores en el 2016, de los cuales el 58% realizaron sus actividades en el ámbito universitario, el 27% se desempeñaron en el sector em-

presarial y el 14% lo hicieron en instituciones de I+D pertenecientes al ámbito público.

La cantidad de investigadores en cada país de Iberoamérica, se obtiene un panorama similar al señalado para el gasto en I+D, con una distribución de recursos muy desigual entre los países de la región. Brasil concentran la mayor cantidad de investigadores (179.989), más del triple que el país latinoamericano que le sigue: Argentina, con 54.046 México con 29.921 y en escala menor se encuentran países como Chile, Venezuela, Ecuador y Colombia.

Los investigadores de ALC representan 32,9% el 3,9% del total mundial (487.7 investigadores por millón de habitantes), superando levemente la participación regional en la inversión. Durante el periodo 2007-2016, el peso relativo de ALC se ha mantenido casi constante. Una vez más, el bloque de países asiáticos es el que más ha crecido, representando el 42,3% de los investigadores a nivel mundial y ampliando la brecha con respecto a de la Unión Europea y Estados Unidos junto a Canadá. En otros bloques regionales solo disminuye África, de un 2,1 % a un 2 % en 10 años (África Sub-Sahariana es 91.4 investigadores por millón de habitantes).

Resulta interesante analizar el porcentaje de mujeres y hombres abocados a tareas de investigación. La cantidad de hombres investigadores, medido en personas físicas, es mayor que el de mujeres en la mayoría de los países, aunque con brechas de distinta magnitud (32% hasta 61%). Mientras que algunos países presentan un virtual balance de género, en países como Chile (33 %), México (33%) y Perú (32%) las mujeres son menos de un tercio de las personas que investigan.

Las publicaciones en ALC han registrado un crecimiento del 11% entre 2007 y 2017 contando la cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en el *Science Citation Index* (SCI) El crecimiento de la producción científica local se registra en todas las bases de datos internacionales. No obstante, la mayor cantidad de ellas se registran en Brasil (53 271), México (17465), Argentina (10 860) y Chile (10266).

En un estudio efectuado por Repiso, et al (2019), con el objetivo de analizar el aporte que realizan las universidades en las revistas académicas en las bases de datos Science Citation Index, Social Sciences Citation Index y Arts & Humanities Citation Index, de la Web of Science, encontraron que 1 492 revistas editadas por 387 universidades de 56 países se encuentran posicionadas en estas bases de datos, y que las universidades anglosajonas se destacan por su elevado número de revistas indexadas en WoS, especialmente Oxford y Cambridge, que juntas agrupan el 38,7% de las cabeceras. Además, señalaron que las universidades deben repensar el valor que la edición universitaria de revistas científicas le ofrece a la institución.

La cantidad de artículos publicados en revistas científicas registradas en Scopus por autores de ALC creció un 96%, destacándose Brasil, que logra aumentar en un 102% la cantidad publicaciones en esta base de datos. Estados Unidos, el líder mundial en base al volumen de su producción científica, muestra una evolución estable y sostenida a lo largo del tiempo con un crecimiento del 26% entre el 2007 y el 2013. En los últimos años ha descendido la producción total registrada en *Scopus*, asociado por a una caída en las publicaciones chinas.

La colaboración internacional, considerada a partir de las publicaciones firmadas en colaboración con instituciones de otro país,

muestra un incremento en los principales países de la región. Es Chile el país con mayor porcentaje de colaboración con 59,5%, Resulta llamativo el caso de Colombia, como el único país que a lo largo del período mantuvo casi constante su nivel de colaboración. Brasil es el país de la región con menor porcentaje de colaboración con un 30,9%.

Las **patentes** están concentradas en solicitudes realizadas por no residentes, es decir, empresas extranjeras protegiendo productos en los mercados de la región. En México ese valor alcanza al 92% y en Argentina al 86%. Uno de los valores más bajos de ALC lo obtiene Brasil, donde el 77% de las solicitudes corresponden a no residentes. Estos resultados nos evidencian la existencia de una brecha entre los países de la región y los desarrollados y una tendencia a la privatización del conocimiento.

El análisis de estos datos refleja que en los países en desarrollo estamos muy distantes de lograr un impacto de los resultados científicos sobre el desarrollo económico social, lo cual apunta a resultados no favorables en innovación y su medición en las universidades es bien difícil.

De forma resumida podemos señalar que en los últimos años la Ciencia, Tecnología e Innovación en la región se caracteriza por:

- Se han mejorados el esfuerzo, resultados y la calidad de la I+D desarrollada en Iberoamérica y en ALC en el decenio. No obstante, ocupa un lugar relativamente marginal en el Sistema CTI internacional.
- La inversión I+D en ALC ha aumentado, aunque el porcentaje respecto al PIB se mantiene bajo (0.7%), aumentan las publicaciones y los investigadores totales. Sin embargo, se mantiene bajo el número de investigadores a jornadas completas (EJC), el número de patentes y el financiamiento a la I+D, lo cual apunta hacia resultados no favorables en innovación.

- Escasa conexión entre la producción y el uso de los conocimientos.
- El Sistema de indicadores tradicionales utilizados no deja de responder a un modelo lineal de la I+D que presenta limitaciones a los efectos de una mejor caracterización de la región.

Además, los sistemas de Ciencia, Tecnología e Innovación en la región se caracterizan por ser más formales con una escasa conexión entre la producción y el uso de los conocimientos, una insuficiente articulación de las Políticas Científicas con las estrategias y políticas de desarrollo de los países, así como una alta dependencia tecnológica, financiamiento externo y de la cooperación internacional.

En realidad, es baja la proporción de empresas de los países de América Latina que han establecido acuerdos de cooperación con instituciones de ciencia y tecnología, (Albornoz, 2014). En los países de los que se cuenta información comparable, la gran mayoría de los vínculos, tienen por objeto la obtención de información y la realización de actividades de capacitación. Con respecto a la actividad de I+D, los porcentajes son notablemente bajos, con excepción del caso de Brasil.

La escasez de vínculos se relaciona con el hecho de que la estructura empresarial latinoamericana está constituida por empresas muy pequeñas de sectores tradicionales, que mayoritariamente utilizan maquinaria importada, lo cual acentúa otra de las debilidades de los sistemas de innovación iberoamericanos: la escasez de cooperación con las universidades.

Brasil tiene un peso clave en la región y se le reconoce una buena política en ciencia tecnología e innovación. El sector empresarial financió en 2012 el 46 % de la I+D, igual que en España, aunque en EEUU es el 69 % (Hollanders y Soete, 2010; RICYT, 2014 y RICYT, 2018).

Cuba, con un gasto en I+D respecto al PIB al nivel de la media regional, se le reconoce un alto desarrollo humano en la educación superior, en sus resultados en concepción, producción de medicamentos y vacunas; así como en la atención a la energía, la vigilancia y mitigación de desastres (Clark, 2010).

En el 2016, en Cuba el total de gastos CTI ascendió a 767,3 millones de pesos, de ellos 447,6 millones provienen de los fondos centrales del Estado, 238,3 millones del sector empresarial y 182 millones de otras fuentes, representando un crecimiento del 23% con respecto al año anterior.

En Cuba la comercialización de los resultados de la ciencia representa importantes ingresos al país, pero la innovación no está exenta de las situaciones descritas. Se ha planteado que el encuentro fértil entre el conocimiento, la innovación y los sectores productivos, exige:

- Un potencial humano calificado, cuya base es el sistema educativo, científico y tecnológico
- Instituciones de conocimiento sólidas (universidades, centros de investigación, centros tecnológicos, interfaces) capaces de interactuar con el sector productivo, atender sus demandas y desarrollar oportunidades estratégicas.
- Un sector productivo necesitado de innovar y por ello demandante de las capacidades del sector productor de conocimientos, con capacidad de absorber y emplear el conocimiento.
- Gobiernos municipales, administraciones empresariales y sector privado, que estén dispuestos a movilizar potenciales, creen las condiciones para esto, tengan las prioridades y demandas que se requieren del sector científico e incentiven la innovación.
- Marco regulatorio y financiero que favorezca la innovación y la conectividad entre la economía y el sector generador de conocimientos, con una acertada política de ciencia, tecnología e innovación.

- Usuarios que demanden el desarrollo tecnológico y la innovación para mejorar sus condiciones de trabajo y vida (mejorando software, medicamentos, tecnologías organizacionales, etc.).

En los últimos años como parte del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social de País (PNDS) 2030 nos encontramos en el proceso de perfeccionamiento del Sistema de Ciencia e Innovación en Cuba, instrumento organizativo del Estado integrado por un conjunto de instituciones y órganos de dirección, que permite la implementación participativa y concertada de las políticas aprobadas para esta esfera de actividad y de las consecuentes proyecciones estratégicas, en los diferentes niveles de organización de la economía y la sociedad, que garanticen la interconexión necesaria entre los diferentes Organismos de la Administración del Estado, las Instituciones de Investigación y las Universidades, con el sistema empresarial y las instituciones productivas y de servicios del país, planteándose como misión estratégica la generación de conocimiento científico, el desarrollo de tecnologías endógenas y la innovación, hasta su materialización en bienes, servicios y procesos tecnológicos, con el consiguiente impacto en la práctica económica y social del país.

En la actualidad, se han aprobado cinco (5) políticas de las cuales tres de ellas están directamente vinculadas con: la Reorganización del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, Empresas de Alta Tecnología y la Parques Científico-Tecnológicos. Vínculo de las Universidades-ECTI-Empresas, las cuales poseen como ejes principales:

- Transformar la dirección del SCTI.
- Rediseñar los sistemas de planificación y financiación.
- Recuperar el crecimiento del potencial científico y tecnológico.
- Fortalecer la conexión del potencial científico con la producción de bienes y servicios y los procesos de gestión.

Las Políticas aprobadas para la actividad de ciencia, tecnología e innovación están encaminadas a fortalecer la actividad de ciencia, tecnología e innovación como soporte del desarrollo sostenible del país, a partir de la integración y vinculación entre todos los actores que participan en el Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación con el objetivo de incrementar los bienes y servicios de valor agregado para la exportación, contribuir con la sustitución de importaciones y elevar la calidad de vida de la población cubana (Núñez y Montalvo 2013 y 2015).

Papel activo y directo de las universidades en el desarrollo social y el crecimiento económico de los países

La educación superior es un bien público social y actor clave hacia un nuevo estilo de desarrollo económico y social (Gligo, N, 2006, Blanco 2013 y Núñez y Montalvo, 2015). En los últimos años ha habido cambios favorables, en la educación superior, relacionados con la investigación científica y la innovación. Ha crecido el número de universidades que desarrollan la I+D como una función sustantiva, integrada a la docencia y a la extensión universitaria. Sin embargo, el número de centros y grupos de investigación que hacen I+D pertinente y de calidad y que logran cerrar el ciclo de innovación, es minoritario.

Universidades concentran buena parte de las capacidades de investigación científica y tecnológica y talento humano (Sanfeliices, 2010; Albornoz y López Cerezo, 2010; Arocena y Sutz, 2016)

La integración docencia - investigación – práctica es una ventaja cualitativa potencial de las universidades. El desarrollo de la extensión universitaria latinoamericana (Córdova, 1918) hacia los sectores económicos, además de los sociales, equivalente a la llamada “tercera misión” de vinculación de la universidad con la sociedad, en general no alcanza los niveles necesarios para dinamizar la innovación y tiene diferencias profundas entre los países y universidades.

Khazragui y Hudson, (2015) describen que las mediciones de impacto en las universidades en el Reino Unido están muy lejos

de ser un reflejo exacto del impacto. Son principalmente narrativas, con poca información y ningún intento de descontar en el tiempo o en el espacio, o para evaluar contra un contrato.

Según Albornoz, (2014), en Latinoamérica se ha pasado de un sistema universitario que era dominado por las grandes universidades públicas tradicionales hacia un sistema de educación superior complejo, heterogéneo y segmentado socialmente. La conformación de un sistema heterogéneo y diversificado también está marcada por la expansión de la educación superior no universitaria en los últimos años. Es decir la universidad latinoamericana actual posee instituciones públicas que tienen una participación mayoritaria sobre el total de la matrícula universitaria a nivel regional, y las universidades privadas se han desarrollado en las últimas décadas, llegando a ser dominantes, en ciertos países, en cuanto al número de alumnos. Hay titulaciones de grado más numerosas, en general igual que de maestrías y doctorados.

En ALC el número de graduados universitarios pasó de aproximadamente 1,92 millones en 2007 a 2,52 millones en 2016. El mayor por ciento (55%) de estos es graduado de Ciencias Sociales.

En la figura 3 están representados los países de Iberoamérica de acuerdo con dos variables que resumen los recursos financieros y humanos dedicados a la I+D, evidenciándose una disociación entre Capital Humano y recursos económicos. En países con altos niveles de escolaridad se observa un mejor balance entre Gastos I+D+i y en Educación. Un caso excepcional es Cuba, que con bajos niveles de inversiones en la I+D con respecto al PIB, se logran niveles elevados de escolaridad.

Los graduados de doctorados en Iberoamérica han tenido un crecimiento del 50% (53 mil). A diferencia del caso de los titulados de maestría (306 mil), la mayor cantidad de graduados de doctorado corresponde a humanidades (H) seguido de las ciencias sociales (CS) y ciencias naturales y exactas (CNE). No obstante, las CS y H representan el 45%.

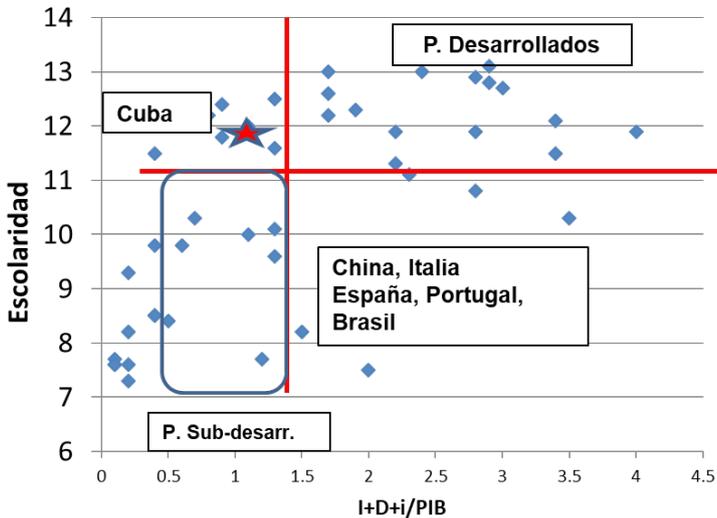


Figura 3. La disociación entre Capital Humano y recursos económicos

En los últimos años, como resultado de la internacionalización de la Educación Superior, se está presentado el fenómeno del carácter transnacional de la investigación científica (Lage 2019), donde los países de la Unión Europea y Estados Unidos son los que reciben una mayor cantidad de estudiantes internacionales para desarrollar su formación doctoral. En 2003, en los Estados Unidos 10 500 estudiantes extranjeros obtuvieron el título de doctorado en ciencias (PhD).

El peso de Brasil y México en la formación de doctores en ALC es de 90 %. Le siguen Argentina y Cuba.

Brasil, España, México y Portugal representan el 90% de la formación de doctores en Iberoamérica. Sin embargo, la línea de base es muy baja y la fuga-robo de cerebros muy alta.

En general se alcanza una adecuada participación de la mujer, entre los egresados universitarios, con más de un 50 % y alcanza también una presencia elevada (entre el 30 y 55 %), en un grupo de países, en los puestos de investigación en las universidades. No obstante, su ascenso en la escala profesional no es aún satisfactorio.

El informe de la UNESCO sobre la ciencia 2010 señala que, en ALC, los sistemas nacionales de innovación (SNI) siguen siendo endebles, por la desconexión de los diferentes actores internos. Se analizan los casos de Brasil y Cuba. Brasil tiene un peso clave en la región y se le reconoce una buena política en ciencia tecnología e innovación, con resultados favorables en la investigación científica y en la educación superior, aunque insuficientes en innovación.

A Cuba, un país pequeño con un gasto en I+D respecto al PIB ligeramente por debajo de la media regional, se le reconoce un alto desarrollo humano, en la educación superior, por sus resultados en la concepción y producción de medicamentos y vacunas; así como en la atención a otras prioridades como la energía y la vigilancia y mitigación de desastres. Lage, (2013) describe que el sistema de la biotecnología cubana ha sido cohesionado con la propiedad social y en función de los intereses del dueño común que es el pueblo cubano. Esto ha estado favorecido por la integración entre las instituciones y en alguna medida por la cultura generada en torno a la ciencia (Núñez, 2015).

El carácter heterogéneo por países de la región, en todos estos indicadores, es particularmente desfavorable a las pequeñas comunidades científicas Macaya, (2010). La falta de masa crítica de investigadores, y de recursos para la I+D+i, limitan el establecimiento de un sistema nacional de innovación. La formación de investigadores – doctores, alejada de los proyectos de I+D+i vinculados a objetivos de desarrollo nacional, para después articular un sistema nacional de innovación, es un camino largo y riesgoso. Para superar esta situación son necesarios: una colaboración internacional solidaria y pertinente, el trabajo en redes y una efectiva relación universidad – entorno socioeconómico. Entre los países y comunidades científicas pequeñas, se destacan Cuba, Uruguay y Costa Rica.

Relaciones universidad empresa

La interrelación o vínculo entre las universidades y las empresas del sector productivo se ha convertido, en los tiempos actuales, en una necesidad estratégica importante para el cambio tecnológico y el desarrollo económico. Si bien la existencia de una vinculación intensa es relevante para cualquier país, el impacto que puede tener en los países en desarrollo es muy grande, particularmente por el poco desarrollo del mercado de conocimiento y la escasez de recursos a los que se enfrentan (Albuquerque et al., 2015).

La imagen de la universidad como productora de tecnología -o, en términos generales, de conocimiento aplicable- responde a la visión de que se trata de una institución capaz de producir conocimiento útil, y de que la investigación que allí se desarrolla debe atender a las demandas sociales y económicas. En los países industrializados esta visión obedece a una necesidad real de las empresas, los gobiernos y otros actores sociales. (Albornoz, 2014).

Existen organizaciones de INTERFAZ, con las capacidades de decisión económica requeridas, para el fomento de la I+D+i y la consecuente comercialización de servicios académicos y científico técnicos; así como de los productos derivados de esa interacción. Estos modelos se utilizan en varios países.

Las universidades también generan asociaciones con organismos y empresas con el ánimo de rebasar el tradicional esquema de oferta y comercialización de tecnologías y sustituirlo por asocia-

ciones de mayor alcance estratégico con las empresas, llamadas a completar el ciclo económico de las innovaciones.

Experiencias internacionales emplean para el desarrollo de la I+D+i, Laboratorios, Fundaciones, Empresas innovadoras, Áreas de Innovación y Parques Científico- Tecnológicos (PCT) financiadas por el Presupuesto del Estado, los gobiernos locales y las empresas. En el mundo existen cerca de mil trescientos PCT, en unos ochenta países con relaciones formales con las universidades y centros de investigación generadoras de conocimiento, que fomentan la formación y el crecimiento de empresas y organizaciones de alta tecnología, la transferencia de tecnología y la innovación.

La formación de capital humano, la generación de conocimiento y la transferencia de tecnología, son potencialidades de las universidades y las instituciones de investigación, para la conexión con las entidades de la producción y los servicios aprovechando la fortaleza que significa y les distingue de contar con los profesores, investigadores y alumnos.

Una vinculación cercana entre el sector académico y la industria permite obtener beneficios a ambos actores, tales como: intercambio de conocimientos, teorías y aplicaciones, incremento de contactos entre ellos y adquisición de nuevas perspectivas para la aplicación del conocimiento generado por la academia en la industria; incremento de la productividad e innovación con impactos positivos en el desarrollo productivo; e incremento de la capacidad de absorción en el sector empresarial (industria), para explorar conocimiento externo (universidades y centros de investigación), apoyando con financiamiento la explotación de dicho conocimiento (Bierly et al., 2009).

En Cuba las universidades y centros de investigación (Entidades de Ciencia y Tecnología e Innovación, ECTI) son instituciones públicas, con una misión que cumplir, financiada por el Presupuesto del Estado, con regulaciones para gestionar el financiamiento como unidades presupuestadas (UP) y en la actualidad con la aprobación de la política de Parques Científico y Tecnológicos. Vínculos de las Universidades y Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación con las entidades productivas y de servicios, constituye el marco regulatorio e institucional para incentivar la generación de conocimientos y la transferencia de tecnología al sector empresarial y su impacto.

En la actualidad, se están desarrollando de manera experimental en cinco universidades un experimento con diferentes formas de relación **universidad-empresa** como: Parques Científicos Tecnológicos (Universidad de Ciencias Informática (UCI) y la Universidad de Matanzas (UMCC)), Empresas (Universidad Central de las Villas (UCLV) y Universidad Politécnica de la Habana, (CUJAE) y como una Interfaz en el Complejo Científico Docente y Productivo (UNAH) de Mayabeque con el Centro Internacional de la Habana (CIH)), lo cual constituye un reto para la educación superior cubana. en los cuales se aplicarán los **conocimientos** de la **academia** a favor de la **sociedad** y el **desarrollo socioeconómico del país**.

Sobre la economía basada en el conocimiento

Para comprender bien la urgencia de la innovación para la ciencia que se hace en las universidades es necesario entender que no existe desarrollo social posible al margen de la utilización efectiva, por el sector productivo (producción de bienes y servicios), del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación. Antes, los factores de producción considerados por las teorías económicas eran el capital y el trabajo, hoy es en gran medida el conocimiento.

Hace falta tecnología, experiencia, información, etc., para extraer petróleo, para producir azúcar, para ofrecer servicios turísticos; para todo, lo novedoso está en la expansión de industrias y ramas enteras de la economía, donde el conocimiento es el "*recurso limitante*", no la tierra, no las materias primas, ni siquiera el capital. (Lage, 2013).

Considérense como situaciones límites en un extremo las industrias extractivas (petróleo por ejemplo) y en el otro la producción de software. En las industrias extractivas como petróleo y minería, es obvio que el recurso limitante es la disponibilidad de materia prima. Si se dispone de ella en abundancia, se podrán atraer el capital y las tecnologías necesarias. Y aún en esos casos, de evidente protagonismo del componente materia prima, los conocimientos geológicos, tecnológicos y de negociación, así como la capacitación de los trabajadores, tienen un papel creciente como catalizadores del proceso que convierte el recurso natural en recurso económico realizable en el mercado.

En la industria del software, en el otro extremo, la materia prima no existe; es todo conocimiento. Téngase el conocimiento y se tiene todo.

Los restantes sectores de la producción y los servicios están en algún lugar intermedio, en el balance entre el componente material y el componente intangible como determinantes del resultado.

Pero son precisamente aquellos sectores donde el conocimiento tiene un papel determinante, los que más se han expandido en los últimos años en los países industrializados: software, microelectrónica, computación, telecomunicaciones, industria farmacéutica, biotecnología, industria aeroespacial, polímeros y plásticos de alta tecnología, nuevos materiales, química fina, etc.

En los 20 años transcurridos entre 1976 y 1996, la fracción del comercio mundial clasificable como "*productos de alta tecnología*" se duplicó (de 11% a 22%) mientras que la fracción correspondiente a productos primarios se redujo de 34% a 13%.

Por todas partes vemos surgir los síntomas de esta transformación:

- El incremento en la cantidad de trabajadores que solo trabajan con información.
- El incremento del valor del conocimiento incorporado en la estructura de los costos y los precios.
- El crecimiento exponencial del depósito de patentes y los litigios sobre patentes.
- El acortamiento del tiempo de obsolescencia de los productos, que desplaza la competitividad hacia la capacidad de innovación.
- El incremento de las transacciones económicas sobre "*activos intangibles*".

Hay muchos otros síntomas que anuncian el proceso esencial subyacente de la transformación del conocimiento en el **Recurso Crítico** limitante del desempeño económico.

Podría pensarse que la universidad es protagónica en esta situación, y su papel en la transformación social lleva varias exigencias que hay que atender conscientemente (Núñez, 2011).

El recurso “conocimiento”: Similar y diferente

El conocimiento como recurso económico tiene rasgos semejantes a otros recursos como las materias primas, la fuerza de trabajo y los bienes de capital.

El conocimiento tiene un costo, y no es barato.

El costo del conocimiento se transfiere al costo y al precio de los productos. En la medida en que el conocimiento se ha hecho limitante y ha dejado de ser un elemento de "externalidad" libremente accesible, las empresas tienen que pagar por él; ya sea por adquirirlo (patentes, transferencia de tecnologías, etc.) o por generarlo.

Este conocimiento incorporado es fuente de valor; porque es una expresión del trabajo.

Pero el recurso "*conocimiento*" tiene también particularidades que lo diferencian de otros recursos. La tierra, los recursos naturales, la fuerza de trabajo y el capital son finitos. Se puede poseer mucho, pero tarde o temprano se agota. El conocimiento por el contrario es infinitamente expansible: siempre se puede generar más.

El conocimiento por otra parte “*no se gasta*”. Dos empresas no pueden usar al mismo tiempo la misma parcela de tierra, ni la misma brigada de trabajadores; pero si pueden usar simultáneamente el mismo conocimiento.

El conocimiento rara vez es aplicable directa o inmediatamente. Su aplicación requiere en muchos casos de nuevo conocimiento, vinculado al contexto concreto, nacional o local en que se usa.

El conocimiento se deprecia muy rápidamente, al ser sustituido por conocimiento nuevo.

Estos dos últimos rasgos implican que las ventajas o desventajas que derivan del rol del conocimiento en la economía dependen menos de la cantidad de conocimiento que hoy se tiene como de la capacidad de generar, rápida y continuamente, nuevo conocimiento. Es en el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, donde está el centro del problema.

De manera que, cuando empezamos a ver al conocimiento como recurso productivo, vemos también que disponer de este recurso es una cosa, e invertirlo bien para obtener retorno económico, es otra. Ello nos lleva inmediatamente a la idea de que disponer de un sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica es una cosa, y conectarlo inteligente y eficazmente con el aparato productivo, es otra. La ciencia es obviamente, condición necesaria, pero ni con mucho condición suficiente.

Hay mucho conocimiento circulando y habrá más. Pero ahí no está lo esencial. La circulación de conocimientos, al igual que la circulación de mercancías, no crea valor.

Cuando el conocimiento se convierte en el "recurso limitante" las empresas asumen la responsabilidad de generar la mayor parte del conocimiento que necesitan y de las que depende su competitividad. Esto ocurre de manera asincrónica en diferentes sectores de la economía, y resulta más visible en los llamados "sectores de alta tecnología" en cuyas empresas pueden distinguirse los siguientes rasgos:

- Altos gastos en investigación - desarrollo.
- Oferta de productos y servicios especializados, a veces únicos.
- Competencia por diferenciación de productos, más que por escala y precio.
- Amplio uso de la protección de patentes.

Esta tendencia en las empresas, sumada a la tendencia creciente de los centros científicos a preocuparse y ocuparse del impacto económico de sus investigaciones, crean juntas una situación en la cual las fronteras entre empresas que investigan y centros científicos con impacto económico, se hacen borrosas, siendo cada vez más difícil clasificar una organización en uno u otro grupo.

El acortamiento de las conexiones entre la generación del conocimiento y la producción de bienes y servicios, hasta subsumir (al menos parcialmente) la investigación científica en la gestión empresarial, es un proceso objetivo e indetenible, consecuencia del nivel de desarrollo de las fuerzas productivas.

Aquí es necesario aclarar que los sistemas de innovación referidos están basados en la conectividad y que como expresa Lundvall (2002) dependen de la cohesión social, historia y evolución institucional, estructura temática, entre otros.

La especulación de las regulaciones

Las regulaciones o "*Barreras Técnicas al Comercio*" no han dejado de crecer en los últimos 30 años. De acuerdo con las definiciones dadas por la propia Organización Mundial del Comercio, una "*barrera técnica*" es: "*un documento que establece las características de un producto o de sus procesos y métodos de producción, incluyendo provisiones administrativas aplicables, cuyo cumplimiento es obligatorio...*"

El problema comienza cuando los requisitos regulatorios dejan detrás los necesarios requerimientos de calidad y son artificialmente inflados, convirtiéndose en mecanismos no arancelarios de proteccionismo económico a favor de las grandes empresas.

En el límite hay situaciones cercanas al absurdo, como es el caso de la vacuna de la poliomielitis, eficiente producto que ha logrado detener y está cerca de erradicar una terrible enfermedad; y que todos los expertos reconocen que existe porque se obtuvo en los años 50, pero que si hubiese sido re-descubierta hoy, con los estándares regulatorios actuales, jamás hubiese sido aprobada.

El cierre del ciclo. El ciclo completo. La innovación

Por último, está el tema de la realización económica del conocimiento, que completa y valida todo lo anterior. Si el conocimiento ha de ser un recurso de la economía, debe tener como los otros recursos, un ciclo cerrado que se completa cuando el conocimiento es "realizado" en transacciones económicas y genera nuevos recursos, para su reproducción ampliada y para beneficio de toda la sociedad.

Así, cualquier análisis de cómo el conocimiento se genera, y de cómo generar más, por muy exhaustivo y profundo que sea, es solo la mitad del problema. La otra mitad es como ese conocimiento es atrapado e incorporado en activos negociables y en países pequeños como Cuba esto significa principalmente conocimiento realizable en negociaciones internacionales.

El concepto de "*ciclo completo*" para el conocimiento nos lleva al análisis de cómo se incorpora el conocimiento a activos negociables. La primera vía es el conocimiento incorporado al producto mismo (y a su precio).

Ello requiere también Propiedad Intelectual. Un instrumento que tarde o temprano entrará en crisis a escala mundial pero que por el momento es imprescindible emplear. (Lage, 2013)

La segunda vía es la de complejas negociaciones sobre el conocimiento mismo, el activo negociable es principalmente conocimiento y se convierte en valor.

La mejor opción es incorporar el conocimiento a productos y obtener el máximo valor en la comercialización de productos. Pero sucede frecuentemente con el conocimiento lo mismo que con el petróleo: se tiene, pero hace falta inversión para "extraerlo"; es decir para convertirlo en algo directamente negociable. En el caso del petróleo esa inversión es la tecnología de perforación. El conocimiento, por otra parte se deprecia aceleradamente, y tiene un valor dependiente de "percepciones", estimación de riesgo y habilidad de negociación.

Estudios internacionales revelan que el llamado modelo del "*empujón de la ciencia*" es totalmente extemporáneo. Tampoco es suficiente la existencia de demandas del lado de los usuarios. En lugar de esas visiones unilaterales los nuevos enfoques insisten en las interacciones sistémicas entre gobiernos, empresas, instituciones que realizan I+D+i, las universidades, instituciones financieras, sistema educativo, entre otros actores.

Completar el ciclo es garantizar la salida productiva de las investigaciones científicas y los desarrollos tecnológicos, promoviendo la innovación; de esta manera las actividades de ciencia y tecnología generan beneficios económicos y sociales. Pueden ser abiertos o cerrados si se logra todo el proceso en un solo lugar o en dos al menos.

Los principales procesos asociados al cierre del ciclo son: obtención del resultado científico, validación del resultado científico, conversión del resultado en producto o servicio y comercialización o aplicación en la práctica social del producto o servicio.

Pero se hace necesario la creación de procedimientos y mecanismos de validación rigurosa de resultados científicos antes de hablar de su tránsito hacia la etapa innovativa o completamiento del ciclo.

Para tener éxito en el propósito de cerrar el ciclo es necesaria la integración de actores dispuestos a colaborar. La integración es una colaboración basada en intereses mutuos o en necesidades de las partes involucradas, sobre una base ética que reconozca el papel y el aporte de cada cual en un logro o impacto. La innovación implica un proceso interactivo entre gestores de la ciencia y usuarios (Lundvall, 2015). No siempre que hay buena ciencia y resultados científicos, hay innovación; se necesita, además, los usuarios interesados y ver la ciencia como fuente de mejoras de los productos. Las empresas o usuarios que tienen éxito con la innovación, mantienen buenas relaciones con los gestores de la ciencia.

Políticas de investigación científica

Sobre la gestión de I+D+i

Las instituciones productoras de conocimiento, según sus propias características, deben crear mecanismos de interface u otras modalidades que faciliten los vínculos con otros actores de la innovación, para esto es necesario tener bien identificado por el sector de generación de conocimientos, las necesidades de investigación - desarrollo e innovación que les corresponde.

Se resume entonces que la dirección de una entidad de ciencia o universidad debe:

Tener una clara definición de prioridades en proyectos elaborados para la investigación, desarrollo e innovación.

Lograr escuelas de formación doctoral con un programa integrado de investigación y becas doctorales a tiempo completo.

Generar y mantener entidades y centros de estudios pertinentes y con buen desempeño, para lo que es necesario diseñar un sistema exigente de indicadores, entre otras acciones.

Estimular la ciencia, a través de su integración a la economía para transformar sectores económicos tradicionales y ayudar a mantener la ventaja competitiva del país en rubros ya establecidos.

Orientar y estimular, a sus integrantes, a establecer una estrategia para la protección de la propiedad intelectual y la diferenciación de resultados que puedan ser exportables.

Fomentar la creación de organizaciones de base tecnológica que cierren ciclos de investigación – producción - comercialización para la exportación.

Orientar el estudio y la eventual presentación de propuestas para la creación de parques científicos y tecnológicos que brinden productos y servicios basados en el conocimiento.

Mantener la vigilancia tecnológica y el análisis de prospectivas para la ciencia.

Lograr regulaciones que defiendan al sector

Las instituciones productoras de conocimiento y aquellas encargadas de la producción y los servicios deben crear procedimientos de validación rigurosa y certificación de los resultados, para garantizar la calidad del resultado científico o el desarrollo tecnológico antes de pasar hacia la etapa innovativa o cierre de ciclo. La realización obligatoria de ejercicios de oposición, a las propuestas de resultados científicos, por expertos y la evaluación por pares, son pasos imprescindibles antes de adoptar decisiones sobre los proyectos.

La experiencia de las universidades y centros científicos adscritos al Ministerio de Educación Superior sobre la comercialización

La prioridad dada por el Gobierno Revolucionario a la investigación científica en Cuba, ha permitido una producción creciente de resultados científicos, en lo cual juega un papel importante la red de centros del Ministerio de Educación Superior (MES). Como promedio, alrededor del 50% de los resultados científicos del país se generan en las universidades y entidades de ciencia, tecnología e innovación del MES, destacándose además en la

obtención de resultados científicos novedosos. Sin embargo, no se avanza con la misma efectividad en cuanto a lograr la aplicación de esos resultados y su utilización en la práctica social.

Se supone que cuando se aprueba y oficializa un resultado científico, se genera un proceso consecuente encaminado a su introducción y generalización en la práctica social, en el cual juega un papel fundamental el investigador (el autor o los autores del mismo), pero que necesita ser apoyado y respaldado consecuentemente por otras fuerzas.

La experiencia en Cuba y en otros países demuestra que la aplicación de los resultados científicos es un proceso complejo en el que intervienen numerosos factores. Para apoyar y facilitar ese proceso de generalización de los resultados científicos, se han ido creando diversos mecanismos y estructuras de interfaz como las llamadas oficinas de transferencia de tecnología (OTT) en las universidades y entidades de ciencia, tecnología e innovación.

Si bien existen varias formas y vías de introducir o aplicar un resultado científico en la práctica social, decir que un resultado científico está generalizado, equivale a que esté disponible para su utilización por los usuarios interesados en el mismo. Consecuentemente, para que eso sea posible, el resultado debe convertirse en producto o en servicio y ser garantizado y ofrecido por alguien, de alguna forma, que por lo general es mediante su comercialización.

Papel de la interfaz. Las OTT del MES

La interfaz tiene la función de dinamizar a los elementos principales en las relaciones “investigador – entorno productivo”, fomentando y catalizando las interrelaciones entre ellos, hasta lograr su objetivo principal: introducir y generalizar cada resultado científico (Vigoa, 2010), por lo tanto, una interface debe tener buena capacidad de gestión, de comunicación y de negociación; respaldo científico y autoridad representativa. Debe ser motivadora e inspirar confianza, lo mismo al investigador que al usuario o cliente. Sin embargo, no puede ser una estructura puramente administrativa, ni puramente comercial, ni puede sustituir el papel del investigador.

Con respecto al investigador. La interface debe apoyar al investigador en la protección legal de la investigación, en convertir el resultado científico en "producto" o “servicio”, en la decisión de cómo transferir la tecnología, en lograr la calidad del mercado, en el análisis de su factibilidad económica competitiva y en la difusión del resultado hasta su generalización. Posteriormente, debe darle seguimiento a la innovación y en todo momento atender la estimulación del investigador.

Con respecto al usuario o cliente. La interfaz actúa con el cliente brindándole información sobre la innovación tecnológica, argumentando su necesidad y ventajas, evaluando su competitividad, la potencialidad del mercado y demostrando su factibilidad económica. Consecuentemente, debe ser la encargada de realizar o facilitar acuerdos, mediante convenio o contrato, hasta lograr el financiamiento para aplicar la innovación o vender el "producto".

En la medida en que las OTT del MES se fueron acercando a esas funciones, fueron resultando más exitosas en su gestión y en el cumplimiento de sus objetivos; pero la experiencia del trabajo fue demostrando cuales eran los aspectos que, aunque difíciles, resultaban decisivos e imprescindibles en una interfaz para poder garantizar un aseguramiento en la generalización de los resultados científicos:

- Tener capacidad comercializadora legal
- Contar con respaldo financiero
- Contribuir a la estimulación de los ejecutores de la generalización

Bibliografía

- Acevedo, José; Gomez, Martha 2008. Modelación integrada de procesos empresariales En: Cuba una mirada desde el 2008, Colección Alejandro Duran No 1 p.: 153 - 175
- Albornoz, M. y López Cerezo, J. A. 2010. Ciencia tecnología y Universidad en Iberoamérica. OEI/Eudeba, Buenos Aires. Argentina.
- Albornoz, Mario 2014 La universidad iberoamericana en debate. Revista CTS No. 27 vol.9
- Albornoz, Mario; Arana, Lourdes; Marchessi, Alvaro. (2009) Cultura científica en Iberoamérica. Encuesta en grandes núcleos urbanos Proyecto Estándar Iberoamericano de Indicadores de Percepción. Pública, Cultura Científica y Participación Ciudadana (2005-2009). Edita: FECYT, OEI, RICYT
- Albuquerque, E., W. Suzigan, G. Kruss, y K. Lee (2015). Developing National Systems of Innovation University–Industry Interactions in the Global South. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Alzugaray, Santiago; Mederos, Leticia; Sutz, Judith 2011 La investigación científica contribuyendo a la inclusión social Revista Iberoamericana de CTS V6 No 17 p11
- Arocena, R. y Sutz, Judith, 2016. Universidades para el desarrollo. Universidad de la República, Uruguay. Publicado por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia y la Oficina Regional de Ciencias de la UNESCO para América Latina y el Caribe, UNESCO Montevideo, Uruguay. 15 pp.
- Bierly P, Damanpour, F. y Santoro, M. (2009). The application of external knowledge: Organizational conditions for exploration and exploitation. Journal of Management Studies, 46 (3), 841-509.

- Blanco, F. 2013. La Ciencia Universitaria en el contexto de la actualización del modelo económico y social cubano. Cátedra CTS+ I, UH/ Editorial Félix Varela. La Habana.
- Clark, Ismael (2010) “Cuba”. Informe de la UNESCO sobre la ciencia. El estado actual de la ciencia en el mundo.
- Díaz, G. Angelina. Acciones estratégicas para el desarrollo de la Ciencia, La Tecnología y la Innovación en la empresa cubana. Apuntes de una Propuesta de Política. Mimeo, 20 pp.
- Dutrenit, G. y J. E. Sutz (2013). Sistemas de innovación para un desarrollo inclusivo. Mexico, Foro consultivo científico y tecnológico - Lalics.
- Dutrenit, G. y J. Katz (2005). “Innovation, growth and development in Latin-America: Stylized facts and a policy agenda.” *Innovation: Management, Policy & Practice* 7(2- 3, Innovation and Economic development: Lessons from Latin America): 105-130.
- Dutrénit, Gabriela [et al.] ; editado por Gabriela Dutrénit ; José Miguel Natera. - 1a ed . - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : CLACSO ; Madrid : CYTED ; México : LALICS, 2017.
- Gligo, N, 2006. Estilos de desarrollo y medio ambiente en América Latina, un cuarto siglo después. Serie medio ambiente y desarroll. Santiago de Chile. Naciones Unidas. CEPAL
- Hollanders, Hugo; Soete, Luc (2010) “The growing role of knowledge in the global economy” Informe de la UNESCO sobre la ciencia. El estado actual de la ciencia en el mundo.
- Junqueira, Antonio José; Pimenta, José Antonio. (2008) Capítulo III: “Financiación de las relaciones universidad industria; ¿Un apoyo a las universidades o un estímulo a la innovación?” En: “Universidad y desarrollo en Latinoamérica”. Simon Schwartzman ed IESALC
- Khazragui, H., Hudson, J. 2015 Measuring the benefits of university research: impact and the REF in the UK Research Evaluation (2015) 24 (1): 51-62 doi:10.1093/reseval/rvu028
- Lage, A., 2013 La economía del conocimiento y el socialismo, Editorial Academia, Cuba.

- Lage, Agustín, 2007 Cuba ha creado las bases para el tránsito a una Economía basada en el Conocimiento. <http://www.cubadebate.cu/opinion/2007/10/05/cuba-ha-creado-las-bases-para-el-transito-a-una-economia-basada-en-el-conocimiento>
- Lage, D. A. 2018 Osadía de la Ciencia. Editorial Academia, Cuba, 2018ISBN: 978-959-270-398-8, 295pp.
- Lage, D.A. 2017. Política “Empresas de Alta Tecnología”. Comisión permanente para la implementación y desarrollo. Cuba. 22 pp.
- Lage, D.A. 2019. Políticas para el financiamiento de la innovación. Apuntes de una Propuesta de Política. Mimeo, 20 pp.
- Lundvall B.-A., 2015 “From innovation as an interactive process to national systems of innovation in a context of globalisation – lessons for Enterprises, Universities and Policy Makers”, Conferencia impartida en la Universidad de La Habana, 19 de marzo de 2015.
- Lundvall, B.A. 2002 Innovation, growth and social cohesion. The Danish Model, Elgar Cheltenham, UK.
- Macaya, Gabriel. (2010) “Las comunidades científicas pequeñas. El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico. En “Educación Superior en Ibero América”. Informe 2010 SEGIB, CINDA, UNIVERSIA.
- Monclus, Estella Antonio; Sabán Vera, Carmen (2008) “La enseñanza en competencias en el marco de la educación a lo largo de la vida y la sociedad del conocimiento”. OEI - Revista Iberoamericana de Educación - Número 47
- Núñez, J y L F Montalvo (2015): La política de ciencia, tecnología e innovación en Cuba y el papel de las universidades, Revista Cubana de Educación Superior, Número especial: América Latina: desafíos de ciencia, tecnología y educación superior, enero-abril 2015, Editorial UH pp. 29-43.
- Núñez, J y L.F. Montalvo (2013): “La política de ciencia, tecnología e innovación en la actualización del modelo económico cubano: evaluación y propuestas”. Revista Economía y Desarrollo, Editorial UH, Año XLIV. Vol 150, julio-diciembre. pp. 40-53

- Nuñez, Jorge 2011 Edición de ponencias en Taller Yaguajay, mayo 2011.
- Nuñez, Jorge; Alonso, L.; Valdés, G. 2015 La filosofía de la ciencia entre nosotros: evolución, institucionalización y circulación de conocimientos en Cuba. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* ene2015, Vol. 10 Issue 28, p147-158. 12p.
- Nuñez, Jorge; Armas Marrero, Isviveysis 2008 Educación superior, Innovación, Desarrollo en Cuba: Explorando experiencias En: *Cuba Una mirada desde el 2008*, Colección Alejandro Duran.
- Núñez. J. J., Félix M. L. y Luis Montalvo, Pérez O. Isarelis. 2006. La gestión del conocimiento, la ciencia, la tecnología y la innovación en la nueva universidad: Una aproximación conceptual. *Revista Pedagogía Universitaria* Vol. XI No. 2 2006.
- OEI 2012. Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Programa iberoamericano en la década de los bicentenarios. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2012. ISBN: 978-84-7666-240-3, Editado Madrid, España. 95pp.
- Repiso, Rafael; Orduña-Malea, Enrique; Aguaded, Ignacio (2019). “Revistas científicas editadas por universidades en Web of Science: características y contribución a la marca universidad”. *El profesional de la información*, v. 28, n. 4, e280405.
- RICYT, (2014) “El estado de la ciencia” www.ricyt.org
- RICYT, (2018). Estado de la Ciencia. Principales indicadores de la Ciencia y Tecnología. Iberoamericano e interamericano. 172 pp. / www.ricyt.org
- Sanfelices, B. 2010. El rol de las universidades en el desarrollo científico y tecnológico. Educación Superior en Iberoamérica. Informe 2010. Centro interuniversitario de desarrollo (CINDA)/Universia, Chile, ISBN: 978-7106-55-4.
- Suarez Zozaya, María Herlinda 2006 Universidad y desarrollo local en Latinoamérica. En: “Estrategias educativas y formativas para la inserción social y productiva”. CINTERFOR / OIT. Montevideo, Uruguay. 195-211. ISBN: 92-9088-219-0.

Vigoa, Rafael, Papel de la Interfaz Comercializadora en la Generalización de la Investigación Científica. La experiencia de comercial MERCADU, VI Congreso Internacional de Educación Superior Universidad 2010, La Habana, febrero de 2010.

Desafíos de la ciencia, la tecnología y la innovación en la universidad por el desarrollo sostenible ha sido maquetado con la plantilla EDUNIV en LibreOffice Writer, tipos *Times New Roman* 10/12 y *Verdana* 11/24, en el mes de marzo de 2020.