

Una visión al impacto social del necesario desarrollo de la industria química

Compiladores:

Diana Niurka Concepción Toledo¹

Erenio González Suárez²

Otros autores:

Dra. C. María Teresa Vila Bormey
Dra. C. Rafael Plá León
Msc. María de los Ángeles Castillo Dávila,
Dra. C. Elena Rosa Domínguez
Dr. C. Juan Esteban Miño Valdés
Dra. C. Roxana Cortés Martínez
Dr. C. Fernando Ramos Miranda
Dr. C. Eduardo Julio López Bastida
Dr. C. Félix Enrique Gomara Tristá
Dr. C. Joaquín Alonso Freire
Dr. C. Yoel Pérez García

¹ Dra. C. Email: dianac@uclv.edu.cu , UCLV, Santa Clara, Cuba. 59983128

² Dr. Cs. Email: erenio@uclv.edu.cu , UCLV, Santa Clara, Cuba. 58388487

© Diana Niurka Concepción Toledo, Erenio González Suárez, María Teresa Vila Bormey, Rafael Plá León, María de los Ángeles Castillo Dávila, Elena Rosa Domínguez, Juan Esteban Miño Valdés, Roxana Cortés Martínez, Fernando Ramos Miranda, Eduardo Julio López Bastida, Félix Enrique Gomara Tristán, Joaquín Alonso Freire, Yoel Pérez García, 2021

© Sobre la presente edición: Editorial Feijóo, 2021

Edición y corrección: Merly López Delgado



Atribución-NoComercial-SinDerivadas CC BY-NC-ND

ISBN 978-959-312-486-7



Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas

Carretera a Camajuaní km 5 ½, Santa Clara, Villa Clara, Cuba. CP 54830

ÍNDICE

Capítulo I. La consideración de los problemas sociales en la formación de doctores en Ingeniería Química. Erenio González Suárez, Diana Niurka Concepción Toledo, María Teresa Vila Bormey, Rafael Pla, Eduardo Julio López Bastida, María de los Ángeles Castillo Dávila / 8

Capítulo II: La ciencia como fuerza productiva. Diana N. Concepción Toledo, Erenio González Suárez, Juan E. Miño Valdés / 19

Capítulo III. Origen y construcción de una tesis doctoral. Diana N. Concepción Toledo, Erenio González Suárez, Juan E. Miño Valdés / 29

Capítulo IV: El valor intangible de las consultorías desde las universidades para el desarrollo de la industria de química. Erenio González Suárez, Diana Niurka Concepción Toledo, Juan E. Miño Valdés / 42

Capítulo V: Pertinencia y evaluación de los impactos en las investigaciones científicas de las diferentes áreas del conocimiento. María de los Ángeles Castillo Dávila, Dr.C. Diana N. Concepción Toledo / 50

Capítulo VI. Sobre la determinación de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología. El método en la investigación científica. María Teresa Vila Bormey, Rafael Plá León / 61

Capítulo VII. Colaboración entre universidades para la formación de capital humano para la solución a problemas de la industria. Diana Niurka Concepción Toledo; Erenio González Suárez, Juan Esteban Mino Valdés / 78

Capítulo VIII. Necesidad y posibilidad de formar doctores desde la industria. Lugar de los métodos matemáticos. Erenio González Suárez, Diana N. Concepción Toledo, Juan E. Miño Valdés, Eduardo J. López Bastida, Fernando E. Ramos Miranda / 85

Capítulo IX: Los métodos de investigación científica y la interdisciplinariedad en la intensificación industrial: impacto económico y social. Roxana Cortés Martínez, Diana N. Concepción Toledo, Fernando E. Ramos Miranda, Eduardo J. López Bastida, Erenio González Suárez / 94

Capítulo X: El papel de la colaboración internacional y la vinculación universidad- empresa en la terminación de los resultados científicos. Erenio González Suárez, Juan E. Miño Valdés, Diana N. Concepción Toledo / 106

Capítulo XI. La actividad postdoctoral: alternativa para impulsar la investigación y desarrollo en la comunidad científica. Enrique Gomara Tristán, Diana Niurka Concepción Toledo, Erenio González Suárez / 113

Capítulo XII. La gestión del conocimiento para el desarrollo de la industria química en el vínculo universidad-empresa y su impacto en el desarrollo local. Diana N. Concepción Toledo, Yoel Pérez García Joaquín Alonso Freire, Erenio González Suárez / 122

A manera de Prólogo

Las investigaciones en la rama química han avanzado considerablemente desde finales del siglo pasado sustentado en el amplio crecimiento de esta industria en los países desarrollados. En este contexto se ha incrementado el número de investigaciones en esta área, por lo que constituye un reto para los profesionales del sector, mantener una constante actualización de los conocimientos que les permita la asimilación, aplicación y difusión de los resultados científicos alcanzados (González, et al., 2018).

La gestión del gobierno requiere prever e integrar coherentemente planes, programas de desarrollo y políticas con la participación activa de los miembros de la sociedad. Establecer un modelo de gestión del gobierno con enfoque preventivo, soportado en la ciencia y orientado a la innovación puede contribuir al desarrollo sostenible (Díaz–Canel & Delgado, 2021).

Una parte esencial de los problemas políticos, económicos y sociales que acontecen en el mundo obedece a los destinos, prioridades y desafíos que sobre la ciencia y la tecnología mantienen el control y el poder de una minoría, por lo que, una gran parte de los proyectos científicos y tecnológicos que se acometen en la actualidad, responden a intenciones políticas.

Según reportes consolidados de la Red de indicadores de la ciencia y tecnología- Iberoamericana e interamericana- en el 2020, el producto interno bruto (PIB) de América Latina y el Caribe (ALC), tuvo un crecimiento total de un 40% ente el 2009 y el 2018, sin embargo, se observa un estancamiento económico en los últimos años de la serie. Mientras que entre 2009 y 2014 el promedio de crecimiento interanual fue del 5% en ALC, a partir del año 2015 disminuye a menos del 2% afectando las actividades de ciencia y tecnología.

Esta evolución positiva del PIB, propició un aumento de los recursos destinados a esta actividad, no obstante, el cambio de coyuntura económica tuvo un fuerte impacto sobre la inversión en Investigación y Desarrollo (I+D), observándose un decrecimiento a partir del año 2016, acentuada en los últimos 4 años, aspecto que ratifica que la inversión de ALC continúa teniendo una baja intensidad en comparación con los países industrializados.

En cuanto a la distribución de los investigadores, ALC representan el 4.1 % del total mundial en 2018, superando la participación regional en la inversión. Los recursos humanos dedicado a las actividades de I+D, registra un incremento valorado en un 36% entre el 2008 y el 2017 y su distribución de acuerdo al sector de empleo, corrobora que el 58% de los investigadores realizan sus actividades en el ámbito universitario. Los graduados de doctorados han tenido un crecimiento significativo alcanzando la cifra de 53 mil en el 2016, siendo el campo de las Ciencias Sociales, Naturales, Exactas y Humanidades las más beneficiadas.

Por otra parte, las publicaciones de artículos en revistas científicas por autores de ALC creció en un 81% en la base SCOPUS entre el 2009 y el 2018 y la solicitud de patentes

a oficinas nacionales en igual periodo aumentó en un 47%, liderado por Chile y Colombia. (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2020).

Es evidente que aunque existen avances en varios indicadores de la actividad científica en esta área geográfica, se corroboran otros que muestran un lento desarrollo y en otros casos, un retroceso con respecto a años anteriores, lo que, ante un análisis crítico y desde un enfoque integral, se puede señalar que entre otros factores, la voluntad política de los gobiernos hacia este sensible tema, tiene una enorme incidencia.

A partir de este análisis se ha previsto abordar en esta obra, aspectos esenciales del impacto social del necesario desarrollo de la industria química, por constituir elementos esenciales a tener en cuenta en las investigaciones científicas que se desarrollan en los diferentes campos del saber y que en esta oportunidad tienen una mirada a las que se orientan a esta importante rama, en las que se identifican:

- La consideración de los problemas sociales en la formación de Doctores en Ingeniería Química
- La ciencia como fuerza productiva
- Origen y construcción de una tesis doctoral
- El valor intangible de las consultorías desde las universidades para el desarrollo de la industria de química
- Pertinencia y evaluación de los impactos en las investigaciones científicas de las diferentes áreas del conocimiento.
- Sobre la determinación de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología. El método en la investigación científica.
- Colaboración entre universidades para la formación de capital humano para la solución a problemas de la industria.
- Necesidad y posibilidad de formar doctores desde la industria. Lugar de los métodos matemáticos.
- Los métodos de investigación científica y la interdisciplinariedad en la intensificación industrial: impacto económico y social.
- El papel de la colaboración internacional y la vinculación universidad- empresa en la terminación de los resultados científicos.
- La actividad postdoctoral: alternativa para impulsar la investigación y desarrollo en la comunidad científica.
- La gestión del conocimiento para el desarrollo de la industria química en el vínculo universidad- empresa y su impacto en el desarrollo local.

Los compiladores

Referencias bibliográficas

- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Universidad Y Sociedad*, 13(1), 6-16.
- González Suárez, E., Concepción Toledo, V., & González Morales M. (2018). El Postgrado para el desarrollo local sustentable en el contexto del vínculo Universidad Empresa. (Ponencia). Universidad 2018. La Habana, Cuba.
- Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. (2020). El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología-Iberoamericana e Interamericana. http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/02/EIEstadoDeLaCiencia_2020.pdf

Capítulo I. La consideración de los problemas sociales en la formación de doctores en Ingeniería Química

Autores: Erenio González Suárez, Diana Niurka Concepción Toledo, María Teresa Vila Bormey, Rafael Pla, Eduardo Julio López Bastida, María de los Ángeles Castillo Dávila

Introducción

Aunque existe una relación directa entre la riqueza de las naciones, en las que se dispone de gran cantidad de recursos económicos para financiar la ciencia y por tanto, alcanzar una mayor intensidad de la investigación científica, es en los países de menos desarrollo donde una parte de la actividad científica se coloca delante del desarrollo económico y lo impulsa, por lo que a decir, de Lage (2018), estos constituyen los verdaderos laboratorios sociales.

Cuba es un ejemplo de esta afirmación. El llamado a insertar la ciencia en cada uno de los procesos económicos y productivos, aún en los momentos más difíciles y comprometidos, ha sido muestra de la voluntad política del gobierno cubano. Apenas transcurrido un año del triunfo revolucionario, Fidel avizoraba que el futuro de la Patria tenía que ser necesariamente un futuro de hombres de ciencia y de pensamiento.

Más adelante, en la etapa más crítica del Periodo Especial, en el año 1993, expresó que teníamos que desarrollar las producciones de la inteligencia asegurando que ese sería nuestro lugar en el mundo.

La continuidad de este pensamiento cobra vigencia total. En las visitas gubernamentales de control que se realizan a las provincias, la máxima dirección del país reserva un espacio para establecer un encuentro con docentes, investigadores y estudiantes en las universidades de los territorios para abordar la importancia de emplear las herramientas de la ciencia, el desarrollo de investigaciones basadas en la búsqueda de soluciones a las problemáticas del desarrollo e indagar en las posibles variantes para introducir los resultados en la práctica.

Desarrollo

Para lograr el encadenamiento productivo, reducir importaciones y ampliar los rubros exportables, es necesario introducir la ciencia para alcanzar la generación, producción y difusión del conocimiento científico que, aplicado en el contexto, es un verdadero aporte de la gestión del conocimiento en la práctica.

Fortalecer la actividad científica tanto en las instituciones de educación universitaria como en el sector empresarial, integrar la ciencia con la economía, crear una “capacidad de absorción”, que se encamine no solo a la generación de conocimientos sino a la capacidad de emplearlos en la práctica es la impronta en la construcción del conocimiento, asumir nuevos retos que permitan ver desde diferentes ópticas la realidad, aproximarla a ella, interpretarla e impregnarla de un sentido humanista que ubique al

investigador en su reconocimiento del “otro” y permita al colectivo con su saber participar de ella y transformarla.

Desde la década del 60 del siglo pasado, toma auge la necesidad de limitar la contaminación del aire, la tierra y las aguas, al constatar la elevación de los índices por este concepto y que los pronósticos para los próximos años continuarían en ascenso.

En el caso específico de la industria química se comienzan a implementar tecnologías para el tratamiento a los contaminantes, sin embargo esta estrategia no eliminaba la causa del problema, sino que amortiguaba sus consecuencias, por lo que años, más tarde la estrategia estuvo dirigida a evitar la contaminación desde el origen, mediante el desarrollo de procesos productivos menos contaminantes, para lo cual fue necesario reformular productos, modificar procesos y equipos, reciclar productos, entre otras acciones.

Es este un ejemplo de cómo una demanda de la sociedad implica la transformación consiente y ordenada de la actividad económica, científica, tecnológica y cultural y social en un sector industrial en el que no solo se contribuye a eliminar los riesgos, sino que abre nuevas oportunidades de mercado e innovación tecnológica, nuevas motivaciones para la investigación y se adquieren nuevos compromisos con la sociedad.

En la conceptualización del modelo económico y social cubano de desarrollo socialista (PCC, 2017), se exponen las pautas esenciales en que se sustentan las principales relaciones económicas y sociales de la construcción del socialismo en Cuba hasta el 2030, y se refiere en su capítulo 3 a la planificación del desarrollo económico, situando en un primer plano la formación de los recursos humanos y el papel de la ciencia, la tecnología y la innovación en todas las instancias, con una visión que asegura desde el corto y mediano plazo los objetivos estratégicos e incrementa la generación, generalización y apropiación social de los conocimientos y su aplicación práctica, de modo que impacta en el incremento de la producción y la productividad.

La industria química cubana tiene como principales proyecciones la intensificación de los procesos existentes, el desarrollo de nuevos procesos industriales, el escalado de nuevas concepciones industriales y la minimización de los impactos ambientales que genera la industria. Estos retos deberán estar acompañados de acciones encaminadas al cumplimiento de los compromisos establecidos en la Agenda 2030 en la medida que se satisfagan los objetivos de desarrollo sostenible.

La amplia diversidad de las producciones de esta industria y las consecuencias que sus procesos tienen en el medio en que se aplican, hacen que los gobiernos ofrezcan un seguimiento y centren su atención en que, tanto los investigadores como quienes introducen los resultados, lo hagan con la debida responsabilidad.

El tratamiento a los problemas sociales en las investigaciones de la ingeniería química.

El abordaje de las problemáticas sociales que inciden en el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha ganado la atención de muchos estudios del tema, sin embargo, siendo un campo tan rico y variado en cuanto a los impactos y aristas a evaluar de estos procesos, resulta lamentable que en muchos escenarios donde se desarrolla la investigación científica, no se le preste la debida atención (Núñez, 2020).

Este fenómeno obedece en gran medida a la escasa convergencia de criterios en cuanto al tratamiento de la tecnología despojada de un análisis socio humanístico integral, la marginación por parte de los especialistas técnicos de los análisis de los especialistas sociales en estas temáticas y el desconocimiento de la evolución, desarrollo y perspectivas actuales de la ciencia y la tecnología como fenómenos sociales complejos. En el arte de establecer nexos entre los actores claves de la innovación es destacable el diálogo y el acercamiento entre pensamiento estratégico y táctico de unos y otros, a fin de lograr mejores prácticas en la gestión del conocimiento y la innovación. El trabajo conjunto en la formación de los investigadores dotados de conocimientos y habilidades resulta una vía para contar con fuerza de trabajo altamente calificada, capaz de desarrollar la investigación (Concepción, et al., 2019).

Pero estos temas de investigación requieren de una mirada bajo una perspectiva interdisciplinaria, participativa y colaborativa que permita que su análisis posibilite que los resultados que emanen sean relevantes, pertinentes, propiciadoras del desarrollo endógeno y capaces de captar la riqueza experiencial de los miembros de nuestra sociedad en que sus resultados se empleen para mejorar la vida de los ciudadanos y contribuir al logro de la igualdad social, sin perder el norte del valor humanístico del conocimiento, en contraposición con un sentido utilitario.

La experiencia en el programa de doctorado en Ingeniería Química de la UCLV

El programa de doctorado en Ingeniería Química, radicado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), se nutre de la tradición investigativa acumulada en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad Química y Farmacia en el cual se han dirigido más de 66 trabajos de doctorado en los últimos veinticinco años, vinculados a temáticas como la intensificación y desarrollo de procesos de la industria química y fermentativa con gran impacto en la región central de Cuba.

Por su gran alcance en este campo del conocimiento, son numerosas las áreas de aplicación del programa. Además de favorecer al sector industrial contribuye a la introducción de nuevas tecnologías apoyadas en proyectos de investigación y programas con instituciones de investigación reconocidas.

El programa tiene como objetivo formar doctores en ciencias técnicas, especialidad Ingeniería Química, con elevado nivel de desarrollo, en el ámbito nacional e internacional, ofreciendo al doctorando una sólida formación teórica, metodológica,

técnica e investigativa que le permita aportar e introducir en la práctica, nuevos conocimientos y resultados científicos vinculados a la rama de la ingeniería química y fermentativa, y a la vez, enriquecer la cultura científica general y especializada de la institución a la cual pertenece, así como la suya propia, con un alto compromiso social. Establece una vía para proporcionar a los profesionales del sector, una herramienta científica y metodológica adecuada para enfrentar los retos actuales de la industria química y fortalece los esfuerzos para mantener la calidad de la educación pos gradual cubana.

Adicionalmente, proporciona a los egresados el dominio del método científico, fortalece la capacidad investigativa y el empleo de técnicas avanzadas en el campo de la investigación, para llevar a cabo procesos de desarrollo e inversiones, así como la gerencia de procesos de ciencia y tecnología en los procesos industriales transformativos considerando su impacto y mejoramiento en la calidad, los indicadores económicos, energéticos y ambientales, con un enfoque multipropósito, todo lo cual propicia una mejor comprensión de la esencia de los procesos, la interpretación ejecutiva adecuada y una mayor capacidad efectiva para la propuesta y/o adopción directa de decisiones racionales para el desarrollo perspectivo y la solución de problemas operativos.

Todos estos dominios hacen que los egresados estén aptos para desempeñarse como agentes del cambio, de la innovación que puede ejercer su actividad tanto en un centro de I+D, de la educación superior, empresa productora de bienes y servicios, o entidad independiente.

Los temas abordados en las investigaciones tributan a dos líneas de investigación que fueron ratificadas dentro de las 12 priorizadas por la Política científica de la UCLV, las que poseen amplia trayectoria institucional investigativa y docente por más de 15 años, que son:

- *Estrategia y tecnologías para la obtención de productos químicos de alto valor agregado*

Esta línea articulada con las maestrías de Ingeniería Química y Gerencia de Ciencia e Innovación y se encuentra en correspondencia con las problemáticas de interés científico y práctico del territorio y el país, presente en las prioridades del Polo científico productivo centrandose su actividad en el desarrollo de nuevos procesos industriales químicos y biológicos; la intensificación de instalaciones industriales de la industria química; el diseño de plantas químicas y fermentativas y la gestión tecnológica, energética y de calidad en estas industrias.

La génesis de esta línea propicia que muchas de las investigaciones que se desarrollan se correspondan con demandas del entorno empresarial por lo que más del 84.61 % de sus resultados han sido introducidos en la práctica empresarial mediante la colaboración directa con los usuarios.

Afines a esta línea y sus prioridades se constata que en los últimos 10 años: 13 doctorados defendidos, más de 30 libros y 145 artículos científicos publicados, más de 201 ponencias relacionadas a los resultados científicos, 61 premios por resultados colectivos o individuales, en los que se destacan 2 Premios Nacionales de la ACC y un premio de Innovación Nacional como coautores.

- *Protección ambiental para el desarrollo sostenible*

Esta línea posee interdisciplinaridad con otras ramas de la investigación científica. Se articula con las maestrías de Ingeniería ambiental y Seguridad tecnológica y ambiental, que tributan a la solución de problemas ambientales en la industria de procesos químicos, centrando sus temáticas en los problemas relacionados con la contaminación ambiental y la pérdida de la biodiversidad en correspondencia con los objetivos de desarrollo sostenible y la Tarea Vida, contemplados en el plan de desarrollo hasta el 2030.

Desarrolla investigaciones encaminadas a la seguridad ambiental e industrial para procesos químicos; la gestión ambiental en la industria química; el tratamiento de residuales líquidos; sólidos y gaseosos; la gestión y tratamiento de residuos peligrosos; la gestión de ciclo de vida y huellas ambientales de los procesos químicos y las producciones más limpias, las que son pertinentes con las problemáticas del sector empresarial, aspecto que propicia que más del 90.01 % de sus resultados hayan sido introducidos en la práctica empresarial mediante la colaboración directa con los usuarios. Vinculados a la línea, en los últimos 10 años se han defendido 11 doctorantes, se publicaron más de 30 libros y 66 artículos científicos, se presentaron más de 115 ponencias relacionadas con los resultados científicos obtenidos. Se obtuvieron 37 premios por resultados colectivos o individuales, en los que se destacan 2 premios nacionales de la ACC, 37 premios provinciales y un premio del MES.

El programa doctoral posee tradiciones científicas reconocidas las que descansan en una amplia proyección para el establecimiento de alianzas cooperativas con diferentes instituciones.

Son participantes el Departamento de Ingeniería Química y el Centro de Estudios de Química Aplicada, ambos de la UCLV y como entidades colaboradoras cuenta con las Universidades de Cienfuegos y Sancti Spíritus, las empresas del Grupo AZCUBA Cienfuegos, Villa Clara , Sancti Spíritus, Ciego de Ávila y Las Tunas; las refinerías de petróleo de Cabaiguán y Cienfuegos; las empresas de la Industria Química y el Papel; el Centro de Ingeniería e Investigaciones del Ministerio de Industrias y Alimentaria, en que se incluye la realización de temas doctorales a ejecutar por miembros de los centros de generación de conocimientos y de las empresas que fortalecen la matrícula y el impacto prospectivo del programa doctoral.

Posee una amplia visibilidad internacional que se constata en la participación en proyectos y redes internacionales como CYTED, la Red AUIP Iberoamericana de

investigación, desarrollo y transferencia para la aplicación de energías renovables y cuidado del ambiente.

Los miembros del programa doctoral y el propio programa han sido premiados con Premios de la ACC; del MES; Distinciones del Ministro del MES, premios provinciales y específicamente el Programa, con el Premio AUIP por su excelencia.

La experiencia, prestigio y vinculación nacional e internacional alcanzada asegura una matrícula anual que oscila entre 10 y 15 doctorantes (nacionales y extranjeros), lo que brinda la posibilidad de conducir el proceso de formación del investigador en correspondencia a los temas de interés para el desarrollo económico y social de Cuba y los países que avanzan hacia el desarrollo.

Esta caracterización evidencia la pertinencia de la ciencia universitaria en su aporte a la actualización del modelo económico y social cubano. Desde su enfoque multidisciplinar puede contribuir al desarrollo territorial acercando la investigación a los procesos que demanda el ambiente productivo, que conduce a disminuir la brecha entre la producción de conocimientos y su introducción en la práctica como elemento articulador de la función formativa del investigador y la practica social, en aras de afianzar la calidad de los resultados obtenidos.

Los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en la génesis de las investigaciones del programa doctoral de Ingeniería Química.

El proceso de socialización del conocimiento, encuentra su máxima expresión en la ciencia universitaria. El papel relevante que ha adquirido el conocimiento que en estos ámbitos y su imprescindible aplicación en el contexto en que se demanda, hacen que la educación posgradual se convierta en un proceso vital para la innovación en los entornos socio- económicos.

Tan importante resulta la producción del conocimiento científico, como los impactos que pueden aportar a la vida social en todas las dimensiones ya sea en lo económico, cultural, social, político, ambiental, entre otras. El estudio crítico de estos aportes, conlleva a que sean considerados como punto de partida y destino final de las investigaciones en el programa doctoral de Ingeniería Química, al tomar como premisa e hilo conductor del proceso investigativo la pertinencia de los resultados obtenidos, los que serán más relevantes en la medida en que se conecten con la solución a una problemática específica del sector demandante mediante la introducción del resultado obtenido.

Como parte del componente teórico metodológico, según lo regulan las normativas para la obtención del grado científico en Cuba, en el referido programa doctoral se exige que el doctorante logre vencer los objetivos del curso de Problemas sociales de la ciencia y la tecnología. Para este fin la UCLV crea un espacio interdisciplinario donde los investigadores de todas las áreas que realizan su formación doctoral reflexionan de conjunto acerca de los problemas que presenta su ciencia en su desarrollo, entendida como un proceso que posee una historia -la esencia de la teoría del conocimiento y de

la lógica- que transcurre en un contexto social y está recogida en la historia de la filosofía, que se realiza hoy de manera transdisciplinar.

En él, los doctorantes deberán especificar los problemas sociales que afectan a la ciencia dentro de la cual se realiza su investigación, tanto desde el punto de vista gnoseológico como de los impactos en el orden productivo-tecnológico, ambiental y social en que se implica.

Este contexto es aprovechado por los doctorantes del programa doctoral de Ingeniería Química, que tiene antecedentes en la formación del pregrado al recibir la asignatura Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología perteneciente al ciclo del Marxismo, para reflexionar sobre los aspectos sociales del proceso de construcción de su resultado científico en su ciencia que, desde la presentación del tema a investigar se les fuera exigido para justificar la pertinencia, la originalidad y trascendencia del tema.

Contribuye a brindar una valoración al plantear su problema científico, respecto a las contradicciones del pensamiento, ofrecer una valoración de los métodos de investigación científica que emplea, abordar los aspectos de la historia social de su ciencia que se expresan en la selección de los métodos utilizados, examinar las dificultades de tipo ideológico, político o social al emplearlos en el caso que existieran así como los elementos de la ética profesional que pueden verse afectados o que se desarrollan en el transcurso de la investigación. Adicionalmente, los estudiantes deberán ofrecer una valoración de los impactos positivos o negativos a partir de los indicadores en que pueden medirse, que pudieran generar los resultados científicos que persigue y realizar una propuesta para minimizar sus efectos.

Este aspecto resulta de gran interés si se tiene en cuenta que las líneas científicas a que responde el programa doctoral de Ingeniería química, tienen gran sensibilidad en todas las aristas en que se pueden verificar los impactos.

Ellos pueden ser de tipo social, los obstáculos que se presenten en el orden social e institucional como políticas públicas, decisiones de los gobiernos locales o empresariales, aceptación de la comunidad local, entre otros, que puedan frenar la introducción de los resultados en la práctica; los económicos, la rentabilidad, los costos, el tiempo de recuperación de la inversión, las posibilidades de financiamiento, entre otros, que puede encontrar en la realización e implementación de su propuesta; los científicos, derivados de la actividad especializada en la que se desarrolla la investigación y que puede conducir al enriquecimiento de la teoría en la ciencia; los ambientales, que por la propia esencia de las investigaciones en la rama química se generan; los culturales, al analizar las consecuencias que la asimilación y aplicación de una nueva tecnología puede implicar en la cultura tecnológica de un sector industrial, la aceptación de la presentación de nuevos productos, servicios o procedimientos se propongan, los riesgos y/o beneficios que puedan aportar, entre otros impactos a valorar. La reflexión sobre estos aspectos hacen pensar en el desarrollo de una investigación desde la interdisciplinariedad y transdisciplinariedad, lo que significa ver el objeto de la investigación desde un análisis integral, en la que el investigador posee la voluntad de

construir nuevos saberes, innovaciones, tecnologías, bajo posibilidades de articulaciones con otros campos del saber y la diversidad de los contextos en que se desarrolla. Lo transdisciplinario rebasa los límites de lo interdisciplinario. Tiene como intención superar la fragmentación del conocimiento, más allá del enriquecimiento de las disciplinas con diferentes saberes (multidisciplina) y del intercambio epistemológico y de métodos científicos de los saberes (interdisciplina) (Pérez & Setién, 2008), lo que ha sido adecuadamente aplicado en la industria química cubana (Cortes et al; 2021).

La incidencia de ambos procesos posibilita que los doctorantes alcancen un profundo conocimiento y dominio científico en las áreas de labor del ingeniero químico referente al análisis y estrategia de procesos, la ingeniería ambiental y la biotecnología industrial; que alcancen durante su formación la capacidad de enfrentar de manera creativa y sobre bases científicas, las tareas de producción, diseño e intensificación de los procesos químicos y fermentativos productivos, así como en la solución de los problemas vinculados a esta actividad, acometer investigaciones interdisciplinarias que contribuyan a aportar soluciones a los complejos problemas del desarrollo de forma estratégica considerando la competitividad tecnológica, la sustentabilidad energética y la compatibilidad ambiental, estimulados a la creación y desarrollo de grupos científicos y comunidades científicas que sirvan de puente o enlace entre las universidades y el sector empresarial, con la convicción compartida del significado de la producción del conocimiento y el compromiso del investigador de que su incidencia debe favorecer el bienestar de la sociedad. (Concepción, et al., 2019)

Aquí es esencial en la actividad investigativa utilizar métodos de gestión del conocimiento con apoyo de diseños experimentales teniendo en cuenta que “para acelerar los resultados y enfoques multilaterales de las investigaciones, los métodos matemáticos se han convertido en un poderoso arsenal metodológico para la solución de problemas actuales y prospectivos de la industria que posibilitan no solo el desarrollo de los procesos óptimos, sino también la dirección de estos con vista a mantenerlos siempre en los regímenes óptimos y rutas deseadas”.

Resultados de la experiencia

El resultado que aquí se resume, aborda la experiencia del trabajo conjunto desarrollado durante el periodo 2015-2020 en el que participan, por una parte, los especialistas que imparten el curso de mínimo de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología en la UCLV y por otra, los miembros del claustro al programa doctoral de Ingeniería Química, sus doctorantes y tutores.

El objetivo que se persiguió fue establecer estrategias para la vinculación de los estudios de la ciencia y la tecnología y sus impactos con las investigaciones científicas que se desarrollan en el programa doctoral de Ingeniería Química a través del trabajo interdisciplinar, demostrando su pertinencia económica y social en el contexto en que se desarrollan.

Las acciones trazadas para la consolidación de esta vinculación han sido:

- La participación en sesiones científicas desarrolladas por los doctorantes.

- La participación en proyectos de investigación conjuntos.
- La coautoría y revisión de publicaciones relacionadas con los temas de investigación.
- La participación en intercambios con especialistas y directivos del sector industrial relacionados con la industria química.
- La vinculación de las investigaciones relacionadas con los estudios de la ciencia y la tecnología de los estudiantes de pregrado con las investigaciones de los aspirantes del programa doctoral.
- La realización de visitas a las instalaciones de la industria química.
- La impartición de conferencias relacionadas a las problemáticas de los estudios de la ciencia y la tecnología a los docentes y especialistas de la industria química.
- La participación como miembro de tribunales en la defensa de tesis de maestrías relacionadas a la gerencia de la ciencia y la innovación tecnológica en la industria química.
- La realización de estudios de impacto a la introducción de resultados científicos en la práctica.

Las investigaciones consideradas para desarrollar este estudio fueron:

1. La sustitución de enzimas comerciales por nativas del Ecuador: una innovación desde la universidad (Salvador, et al., 2018).
2. Modificación hidrotérmica del almidón de yuca para su empleo como estabilizador de helados (Pérez, et al., 2017).
3. Metodología para la gestión de la tecnología y la innovación y su integración con el análisis de procesos en la industria ronera cubana (Guzmán, et al., 2019).
4. Estrategia de evaluación del proceso tecnológico de fabricación del ron para diseñar y desarrollar nuevos productos (Martí, et al., 2019).
5. El diseño de procesos bajo condiciones de incertidumbre: estrategia para el desarrollo socio-económico en la agroindustria ecuatoriana (Cerdeira, et al., 2019).
6. Proyección de una industria azucarera para transformarse en una biorrefinería (De Armas-Martínez, et al., 2019).

Al realizar un balance de los resultados obtenidos y que constituyen fortalezas del trabajo conjunto, se consideraron:

- Los investigadores participantes tienen a su alcance el conocimiento de los problemas reales del entorno en que desarrollan su profesión y las posibles vías de solución, lo que posibilita la comprensión de que el camino real de la ciencia es de las demandas de la sociedad al objeto de la ciencia.
- La investigación científica y la formación profesional responden a las necesidades reales identificadas en sus ámbitos laborales, lo que facilita la comprensión de que la ciencia y la tecnología constituyen actividades humanas que guardan estrecha relación con la cultura, la economía y la política del país.
- Se enaltece el prestigio de la ciencia universitaria cubana al demostrar que ante las condiciones económicas de los países que avanzan hacia el desarrollo, esta no es un lujo, sino que es un deber de los investigadores que forman parte de la lucha contra el subdesarrollo y apoyo a la soberanía nacional.

- El vínculo de la universidad con el sector empresarial permite un mayor acceso a la superación de los investigadores, lo que facilita brindar soluciones a los problemas cotidianos en su área de acción lo que favorece elevar la cultura innovadora y organizativa.
- Permite un análisis inter y multidisciplinar para proponer solución a los problemas de alto grado de dificultad científico técnica a partir de la investigación e incorporar nuevos conocimientos teóricos al conocimiento empresarial.
- Favorece la retroalimentación de los docentes investigadores con los problemas que demanda el sector empresarial aspecto que contribuye a la elevación de la calidad del proceso docente y la vinculación con la práctica.

El seguimiento a los impactos sociales que se derivan de las investigaciones que se desarrollan en el programa doctoral de Ingeniería Química se centró en tres dimensiones fundamentales y sus respectivos indicadores:

1. Visibilidad del programa doctoral: publicación de artículos científicos, ponencias presentadas en eventos científicos nacionales e internacionales, cantidad de registros obtenidos, crecimiento científico de los profesores del programa,
2. Reconocimientos: premios obtenidos (ACC, IT), otros premios y/o reconocimientos de instituciones nacionales e internacionales, incorporación de doctorandos al programa, mejoría en el posicionamiento laboral.
3. Proyección científica: creación de nuevos proyectos nacionales e internacionales, incremento en la capacidad de asimilación de nuevos conocimientos, difusión e introducción en la práctica, generación de nuevas líneas de investigación y temas.

Conclusiones

A la luz del siglo XXI y de los retos que el desarrollo impone a la sociedad, es importante asumir la investigación como un proceso social complejo, que requiere una mirada interdisciplinar que conduzca a la interpretación de los posibles impactos que desde la investigación puedan conducir al beneficio social.

Desde esta perspectiva será posible la creación científica en relación directa con el desarrollo socioeconómico, al hacer corresponder los resultados de las investigaciones que se obtienen como parte de los programas doctorales con las prioridades que demanda este desarrollo en el contexto histórico actual.

La experiencia aquí presentada muestra una propuesta de cómo articular la investigación científica que se desarrolla en el programa doctoral de Ingeniería Química con la sociedad, el que desde su diseño posibilita que los resultados científicos no solo deriven en la generación de un nuevo conocimiento científico, desarrollo tecnológico y/o de la innovación, también se centra en un proceso de formación académica que realiza una investigación, flexible e interdisciplinar, en el que se crea una sinergia de trabajo entre especialistas de diferentes ramas que permiten la producción de conocimientos aplicables en el contexto en que se demanda.

La introducción de resultados compatibles con las exigencias que demanda la sociedad demuestran la pertinencia de los resultados que contribuyen a elevar el prestigio de la

ciencia universitaria cubana al cumplir con rigor y calidad, las directrices trazadas para el perfeccionamiento del modelo económico como vía para el desarrollo del país y el bienestar de la sociedad.

Referencias bibliográficas

- Cerda Mejías, V., Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., & Pérez Martínez A. (2019). El diseño de procesos bajo condiciones de incertidumbre: estrategia para el desarrollo socio-económico en la agroindustria ecuatoriana. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 131-139.
- Concepción Toledo, D., González Suárez, E., García Prado, R., & Miño Valdés J. (2019). Metodología de la investigación: origen y construcción de una tesis doctoral.
- Cortés Martínez, R., Concepción Toledo, D. N., Ramos Miranda, F., & López Bastida, E. J., & González Suárez, E. (2021). Los métodos de investigación científica y la interdisciplinariedad en la intensificación industrial: impacto económico y social. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 110-117. *Revista UCSA*, 6(1) 76-78.
- De Armas-Martínez, A.C., Morales Zamora, M., Albornas Carvajal, Y., & González Suárez, E. (2019). Proyección de una industria azucarera para transformarse en una biorrefinería a partir de biocombustibles de segunda y tercera generación. *Revista Tecnología Química*, 39(3), 489-507.
- Guzmán Villavicencio, M., González Suárez E., & Morales Zamora, M. (2019). Metodología para la gestión de la tecnología y la innovación y su integración con el análisis de procesos en la industria Ronera cubana. *Revista Tecnología Química*, 39(2), 370-383.
- Lage, A. (2018). *La Osadía en la Ciencia*. Sello Editorial Academia.
- Núñez, J. (2016). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar*. Editorial Academia.
- Pérez Navarro, O., Ley Chong N., González Suarez E, & Valdés Valmaseda, C. (2017) Modificación hidrotérmica del almidón de yuca para su empleo como estabilizador de helados. *AFINIDAD*, 74 (568).
- Pérez, E., & Setién E. (2008). La interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad en las ciencias: una mirada a la teoría bibliológico-informativa. *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 18(4).
- Salvador Pinos, C. A., Concepción Toledo, D. N., & González Suárez, E. (2018). Sustituir enzimas comerciales por nativas desde la universidad: un intangible para el desarrollo local. *Universidad y sociedad*, 10(4), 69-74.

Capítulo II: La ciencia como fuerza productiva

Autores: Diana N. Concepción Toledo, Erenio González Suárez, Juan E. Miño Valdés

Introducción

La ciencia es el conocimiento cierto de las cosas por sus principios y causas. Así lo definió John D. Bernal y añadió, que la ciencia se inició como un asunto en el que fue difícil discernir entre el conocimiento adquirido por la experiencia y el que asoma como resultado de la actividad científica.

Al profundizar en sus raíces, es necesario establecer que ella se encuentra en un término medio que se nutre de la práctica establecida a lo largo de los años y el conjunto de ideas probadas que aseguran la continuidad de la sociedad, influenciada por los intereses de quienes la dirigen.

Lo cierto es que, aunque ambos tipos de conocimientos (empírico y científico) representan un rico arsenal de fuentes para el desarrollo de la ciencia. Tardó mucho tiempo para que la sociedad en general reconociera el rol que posee la incorporación de sus resultados en los procesos que, a través de ella se desencadenan.

Ha sido necesario el esfuerzo de muchos hombres que, durante los últimos siglos, han demostrado los nexos existentes entre los descubrimientos científicos y la influencia de las relaciones sociales para su difusión y aplicación de los resultados para transformar la realidad, en aras de cumplir con la finalidad de la ciencia: poner sus fuerzas al servicio de la humanidad.

A partir de los años 50 del siglo XX, se produce un viraje en la concepción de esta actividad, donde se suceden iniciativas en las que subyace el interés marcado por la introducción de sus resultados en cada uno de los procesos de la producción material y espiritual, para ser incorporados a campos tan disimiles que van desde el uso de energías renovables, el desarrollo de tecnologías para la obtención de productos de alto valor agregado a partir de residuos de procesos tecnológicos o en asuntos sociales complejos a nivel local, territorial o internacional.

La creciente atención al empuje de la ciencia y la tecnología actual, las políticas que las rigen y su reconocimiento como recurso de poder, constituyen puntos clave en la agenda de los gobiernos pues, no cabe duda, de que ellas son un aspecto inseparable en cada uno de los procesos, es más, se erige como una condición básica y fundamental en la actividad diaria del hombre.

En el entorno contemporáneo, las organizaciones requieren, para el cumplimiento exitoso de sus misiones y su permanencia, de la ciencia y las innovaciones tecnológicas. Su presencia se convierte en un indicador para ser competitivas, ante un ambiente en el cual el riesgo de ser absorbidas o desaparecer, está cada vez más presente.

La transformación del conocimiento en un resultado de utilidad socio-económica y su aplicación práctica no ha tenido la misma apreciación a lo largo de la historia. En este asunto han influenciado los diferentes eventos históricos y sociales que han conformado la visión actual que se tiene de la ciencia y de la comprensión de la innovación desde una nueva dimensión: la social (Núñez, 2015), la que intenta proponer soluciones a los problemas de la sociedad, con la participación de sus propios actores, y de esta forma contribuir al desarrollo inclusivo.

Desarrollo

El avance de la ciencia no ha registrado un ritmo constante en su desarrollo a lo largo de la historia. Tampoco lo ha sido la valoración que el hombre ha hecho de esta actividad y de la innovación tecnológica para incorporarlos a cada uno de los procesos.

El desarrollo de la ciencia, como todo proceso social, ha experimentado grandes progresos y períodos de estancamiento o crisis. Pero es importante enfatizar que, los mayores esfuerzos por hacer ciencia llegan de forma inmediata justo después de la aparición del capitalismo y su consolidación como ciencia moderna.

Así como se produjo una ruptura en las normas fijas establecidas por el antiguo sistema feudal, la ciencia desató una enorme liberación del pensamiento creador del hombre en campos, que hasta ese entonces eran vedados y en los cuales los científicos afirmaron que eran capaces de encontrar resultados superiores a los que hasta ese momento se habían experimentado.

Con la instauración del capitalismo como sistema, la ciencia se convirtió en parte integrante de la nueva civilización, al demostrar su utilidad en la medida que se comprendió las ventajas que suponía su empleo en objetivos estratégicos como el militar o económico, asunto constatado en la superioridad demostrada por la civilización europea en la conquista de otros territorios y en el crecimiento de sus economías.

El auge de este sistema, la generación de necesidades económicas propias de este, el surgimiento de tecnologías y la conjugación de conocimientos empíricos y teóricos para el avance y desarrollo de la sociedad, advertían la llegada de una nueva fase: el camino

hacia la prosperidad y el progreso ilimitado, indispensable para la nueva Era de la industrialización.

Aunque en el siglo XVIII los conocimientos teóricos consolidados por la ciencia, estaban mucho más atrasados que los que aportaba la técnica, dados por la experiencia y el hacer, a finales del siglo XIX, el nuevo método de producción capitalista sirvió de acicate para impulsar el conocimiento científico y su incorporación a la industria.

Finalmente, es en el siglo XX donde se consolida la integración plena de la ciencia al mecanismo productivo. La propia necesidad de transformación de la industria hizo posible la introducción de sus resultados y con ella, la incorporación acelerada de los métodos científicos a los procesos productivos.

La fábrica se convirtió así en el nuevo puente entre invención e innovación (Landes, 1979). Si en un primer momento la ciencia constituyó un recurso limitado, ya en este período todo el frente industrial estaba comprometido con el conocimiento científico, cuyos procesos productivos se hacían cada vez más dependientes de la ciencia para su desarrollo, cambio, transformación e incorporación en el mercado.

Es entonces que, como refiere Bernal (2007), la ciencia pasa de un papel pasivo a un papel activo, de la investigación de la naturaleza a la consecución de todas las cosas posibles. La Revolución Industrial colocó las bases de la moderna sociedad capitalista, nacida en Europa y expandida luego a todo el mundo.

La revolución científico-técnica no se redujo a los descubrimientos científicos, sino que constituyó la transformación radical de las fuerzas productivas, la reorganización de la base tecnológica y el papel del hombre en el proceso de producción.

La ciencia se presentaba como una expresión de cultura alternativa. Su papel, más allá de proveer de habilidades específicas útiles, consistió en ofrecer una base cultural e intelectual diferente a la que hasta ese entonces sirvió de sustento.

Ello explica el interés de los gobiernos y Estados por la inserción de la educación científica y técnica, percibida como necesaria para hacer evolucionar la sociedad. Aunque es necesario acotar que este empuje no se percibe en todos los países y regiones de igual forma. Aún es asignatura pendiente, en países que avanzan hacia el desarrollo y aquellos en que están sumergidos en la mayor precariedad económica y social, renovar su sistema educativo sobre las bases científicas para que se revierta en el necesario desarrollo económico y social.

Consecuentemente a esta reflexión, la cultura es conocimiento socialmente adquirido y socialmente compartido y transmitido (Lage, 2013). Ese papel cultural de la ciencia sigue siendo relevante hoy, aunque su contribución utilitaria sea seguramente el factor que mejor explique el apoyo social que se le dispensa.

El proceso de industrialización aparejado al desarrollo del capitalismo tiene un indiscutible aporte en el desarrollo de la ciencia, pues no se puede obviar la interacción de la ciencia, la industria y la sociedad que se desata en este período, dando paso a la creación de las bases para aprovechar todo el arsenal de la ciencia para engrosar e incrementar sus beneficios.

Sin embargo, algo muy diferente ocurría cuando era necesario aplicarla en asuntos tan sensibles como la salud o la educación de las grandes masas populares. Para estos solo aseguraba trabajo enajenador, pobreza e inseguridad.

Así como las Revoluciones Científicas e Industriales dieron el empuje necesario al desarrollo de la ciencia, era inevitable el estallido de una Revolución Social en la que también fueran beneficiadas las grandes masas populares y sus países, con la que conllevaran a una transformación radical en las relaciones sociales y de igual forma para determinar las perspectivas históricas del desarrollo económico y social.

La ciencia como fuerza productiva directa La esencia de las revoluciones científicas y técnicas no solo tiene implicación en el desarrollo de la base material (tecnológica y científica) en la sociedad, sino que cobra especial interés en su carácter académico, pues es precisamente en los centros de generación del conocimiento y dentro de ellos, las universidades, donde se condensan los conocimientos científicos que constituyen la vía fundamental para el desarrollo ulterior de la base material y tecnológica de la sociedad. Esto resulta significativo y de manera particular en los países en desarrollo o tercermundistas, quienes han emprendido el camino al desarrollo socio-económico, apostando a la introducción de los resultados científicos en la práctica como recurso para la superación del atraso y como vía para incentivar la industrialización en su economía nacional.

Es por ello que la actividad científica de los países en desarrollo no puede limitarse a la publicación y presentación de los resultados, sino que debe involucrarse con el resto de los actores y decisores en la sociedad mediante propuestas concretas, recomendaciones y aplicación de métodos que conduzcan la aplicación de las tecnologías, la determinación de su eficacia y la evaluación de las principales direcciones estratégicas de su desarrollo.

La conversión de la ciencia en fuerza productiva directa, a partir de la evidencia actual de sus avances y transformaciones abre paso al cambio radical de la base económica y social actual.

Y es que en ella se concentran como en un sistema único, la actividad del hombre, el conocimiento científico que rige la naturaleza y la sociedad, el dominio de las tecnologías y las vías para conectar su actividad práctica.

Esta unidad entre el dominio del conocimiento científico y la actividad productiva, hace que la ciencia se convierta en el elemento rector de las fuerzas productivas, en cuya inserción se mueve una energía motriz para elevar la producción.

El vínculo cada vez más estrecho entre la ciencia, la tecnología y la innovación tecnológica, abre nuevas direcciones en la actividad investigativa a nivel mundial, a saber:

- La biotecnología, estudios del genoma humano, la nanotecnología, todas con el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- El estudio y aplicación de nuevas formas de energías renovables que sustituyen el empleo de combustibles fósiles.
- La creación y empleo de nuevos materiales de construcción.
- La automatización de los procesos tecnológicos de producción, control y dirección.
- El empleo de métodos matemáticos que contribuyen a agilizar y optimizar los procesos productivos.
- El empleo de los desechos de procesos productivos para la obtención de nuevos productos con alto valor agregado (tecnologías sin desechos), los que aseguran la recirculación de los residuos naturales.
- La sustitución de tecnologías altamente consumidoras de energías y contaminadoras del medio ambiente por tecnologías más limpias.
- El mejoramiento de las condiciones laborales del obrero.

La limitación para encontrar nuevas fuentes y vías –particularmente endógenas- por las cuales encauzar el crecimiento de la economía y sustentar el progreso de la sociedad (Zanetti, 2017), hace necesario asentar sobre sólidas bases científicas, los procesos productivos y la actividad vinculada a la misma.

Esta particularidad hace que cada vez sea evidenciada la actividad científica con una visión interdisciplinar ante el análisis y búsqueda de solución a un problema derivado de la práctica.

Ella proporciona una interacción entre las mejores y más avanzadas experiencias de los especialistas de las diferentes ramas del saber que se integran a través de los procesos colaborativos y cooperativos de las comunidades científicas en cuya esencia radica su trabajo.

Esto se convierte en piedra angular para el avance de la ciencia en los países en desarrollo. El Che, refiriéndose a la teoría económica y política que se debía construir – en los momentos iniciales de la industrialización en Cuba- expresaba que, en cuanto al desarrollo de la técnica nos faltaba mucho por hacer, pero que no era excusable el atraso en cuanto a la concepción de la técnica como base fundamental. Enfatizaba que no se trataba de avanzar a ciegas sino de seguir durante un buen tramo el camino abierto por los países más adelantados del mundo y apuntaba a la necesaria formación tecnológica y científica de todo nuestro pueblo y de su vanguardia.

Las ingenierías, como avanzada de esa vanguardia, están llamadas y con urgencia, a considerar la búsqueda de nuevas tecnologías para enfocar con seriedad los problemas que hoy expone la Agenda 2030 de desarrollo sostenible, como un imperativo que intenta contrarrestar el actual modelo insostenible, excluyente y depredador del desarrollo, hegemónico a nivel global.

Apostemos, tal como lo plantea Núñez (1997), por una mirada más humanista, más centrada en el hombre, su felicidad y sus valores cuando analizamos la ciencia y la tecnología y también un fundamento más científico y tecnológico cuando de comprender al hombre y su vida espiritual se trata.

La investigación universitaria actual: misión que rompe con la enseñanza tradicional. La universidad como institución social, surge con el propósito de buscar y preservar el conocimiento y transmitirlo fundamentalmente, a través de la formación durante el proceso de enseñanza, por lo que se convierte en instituciones de saber.

La consolidación del conocimiento como elemento esencial en la producción, comienza a ocupar un lugar impresionante en el desarrollo socio económico de la sociedad. Deviene forma específica de la actividad humana hasta convertirse en una profesión. El proceso de organización institucional de la ciencia, según refiere Woolgar (1991), ha atravesado tres grandes etapas: amateur, académica, profesional o industrial.

Enfatiza el autor que durante la fase amateur (siglo XVII al XIX), la ciencia era ejercida por una minoría, con solvencia económica y desarrollada de forma aislada, tras salones aristocráticos y con una limitada difusión de sus resultados. Luego atravesó la fase académica (siglo XIX a la primera mitad del XX), en la que se gestó una pérdida de la

autonomía de aquellos que se dedicaron a su ejercicio, en la medida que fueron aceptando fondos públicos para ejecutar ciencia en función de objetivos específicos a nombre de quienes la financiaban, hasta arribar a su fase profesional y actual, donde se desarrolla en de investigación, en los que se ubican las universidades, respondiendo directamente a los intereses de los gobiernos y Estados dirigida a esta actividad.

Esta reseña justifica la aparición de la investigación universitaria como una “revolución académica” según refieren Etzkowitz y Leydesdorff 2000). El siglo XXI hace que se generen cambios en la percepción del papel de esta investigación y su contribución directa al crecimiento económico.

Las relaciones de la universidad y el sector empresarial, despiertan ideas creativas basadas en intereses que surgen de las propias demandas de la sociedad. Comprende acciones relacionadas con procesos de innovación y su viabilidad, que incluye el desarrollo, la fabricación, transferencia y la comercialización de los productos o servicios que como fruto de la investigación se genera.

En el caso específico de la universidad cubana, se trabaja para promover, incrementar o propiciar la innovación tecnológica mediante la vinculación de la academia con el sector empresarial y la sociedad. (Figura 2.1)



Figura 2.1. Vinculación de la universidad, el sector empresarial y la sociedad en el proceso de innovación tecnológica. Fuente: elaborada por los autores.

Se considera que esta vinculación será necesaria para la producción y aplicación de los nuevos conocimientos en los próximos años, por lo que es evidente que la universidad hará más pertinente su investigación en la medida que mantenga el necesario intercambio con la sociedad y el aparato empresarial.

Sin embargo, en el contexto latinoamericano, tal y como lo describe Heber Vessuri, se observa la presión sobre las universidades públicas para reorientar sus actividades y sus recursos a la producción de bienes privados intercambiables en el mercado.

Se viene imponiendo en las políticas públicas y prácticas universitarias la orientación hacia el mercado como fin último y como modo de supervivencia de las instituciones de educación superior, introduciendo una serie de conceptos y nociones cuya adopción resulta problemática y a veces traumática.

Refiere García (2006), que aunque la existencia de la investigación en las universidades es un paso de avance para que esta desempeñe su influencia como pivote sobre el resto de las funciones sustantivas de la universidad, es importante responder:

¿Qué se investiga en ellas? ¿Quiénes, dónde y cómo lo hacen? Y ¿para qué se investiga?

En este caso resulta necesario velar por la política científica que direcciona la investigación en cada una de ellas, atendiendo a que esta constituye las medidas que toma el gobierno para dar a la investigación su plena eficacia, que se evalúa en correspondencia con los objetivos del desarrollo nacional, el crecimiento de los conocimientos en general y el desenvolvimiento del país en el ámbito internacional; aspecto que representa la expresión de la vinculación entre el desarrollo económico y el científico técnico, lo que constituye el mayor estímulo al avance de la investigación universitaria.

Acercando la investigación universitaria a las necesidades de los países subdesarrollados

Las condiciones de los países en desarrollo, favorecen a que la actividad científica descansa esencialmente en la perspectiva de la aplicación práctica de los resultados de la investigación.

Las reflexiones acerca del papel que la universidad puede asumir ante el reto del desarrollo económico a nivel regional, se refiere de forma más acentuada a la revitalización, industrialización y diversificación de las producciones que a este nivel se desarrollan.

Por ello, cada vez se exige a la investigación universitaria que se extienda más allá de sus fronteras y se haga extensivo, mediante los mecanismos de transferencia, a favor de la comunidad empresarial y de la sociedad (Concepción et al; 2018).

Es común encontrar investigaciones en las que se procura alcanzar resultados a partir de la utilización de materias primas, subproductos o residuales característicos de esos países, en los que se obtenga productos con valor agregado.

No obstante, el científico tropieza con obstáculos que limitan su proceder y que afectan el compromiso de la entrega del resultado. Entre estas limitantes pudieran enumerarse la carencia de laboratorios, talleres experimentales, plantas pilotos, y dificultades para el trabajo interdisciplinar. En muchos casos no resulta suficiente acceder a la información relativa al objeto que se investiga, sino que es también importante el establecimiento de redes de comunicación entre las comunidades científicas que faciliten el intercambio de experiencias y conocimientos, el financiamiento para ejecutar las acciones, el acceso al know how de las tecnologías, entre otras acciones que explican que en muchos casos la aplicación de los conocimientos se vea amenazada por serios obstáculos.

Se apuesta con fuerzas a la colaboración y la integración entre los investigadores de estos países, entre los procesos docentes e investigativos, la vinculación entre los centros de generación de conocimiento y el sector empresarial, entre las universidades y la sociedad, y un eficiente proceso de gestión del conocimiento. Es esto a lo que se denomina una adecuada y pertinente investigación universitaria.

La investigación científica universitaria que se desarrolla en los países en desarrollo requiere ser innovadora, lo que dependerá de su potencial científico, la organización de sus procesos y la vinculación mediante alianzas estratégicas con el entorno económico y social.

Al concebir la educación superior como un bien público social, un derecho humano y universal y un deber del Estado al servicio de la sociedad, es premisa fundamental la orientación de la investigación científica a la formación de especialistas integrales y mejores ciudadanos, comprometidos con la generación de conocimientos y socialización en el contexto social.

Todos estos argumentos exigen a la ciencia universitaria y comprometida, la necesidad de implementar acciones que conduzcan al fortalecimiento del proceso investigador sobre la base del estudio de las necesidades de la producción y consumo y la posibilidad de introducir los resultados en la práctica que contribuyan a alcanzar impactos en el ámbito social, económico, ambiental científico en los países en que se desarrolla.

Conclusiones

La ciencia desempeña un rol determinante en la sociedad, consolidándose como elemento rector de las fuerzas productivas, que conduce al surgimiento y transformación

de los procesos tecnológicos donde se establecen vínculos entre los sujetos a través del intercambio, la producción, aplicación y difusión del conocimiento, que deviene factor determinante en el desarrollo.

La conexión del avance científico a las demandas de la sociedad, se abre paso como una vía esperanzadora para el cambio radical de la base económica y social actual de los países en desarrollo, al considerarse como un sistema en el que se integra la producción del conocimiento científico, el dominio de las tecnologías y las vías para su difusión e implementación en la actividad práctica.

La unidad entre el dominio del conocimiento científico y la actividad productiva, hace que la ciencia se convierta en el elemento rector de las fuerzas productivas, en cuya inserción se mueve una energía motriz para elevar la producción.

Referencias bibliográficas

- Bernal, J (2007). La ciencia en la historia. Tomo I. La Habana: Científico- Técnica.
- Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., & Miño Valdés, J. E. (2018). Una visión actual de la ciencia como fuerza productiva directa. *Universidad y Sociedad*, 10(4), 54-59. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Gvishi Ani, D (1979). La revolución científico -técnica y el progreso. Sección: La revolución científico -técnica y el desarrollo de la sociedad. *Revista Ciencias Sociales. Academia de Ciencias de la URSS*, 3(37).
- Lage, A. (2013). *La Economía del Conocimiento y el Socialismo*. La Habana: Academia.
- Landes, D.S. (1979). *Progreso tecnológico y revolución industrial*. Madrid: Tecnos.
- Núñez, J. (1997). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales: Lo que la educación científica no debería olvidar*. La Habana: Félix Varela
- Núñez, J. (2015). University, social innovation and inclusive development in Cuba: theory or practice? 13th Globelics International Conference. La Habana.
- Zanetti, O. (2017). Prólogo de la Revista *Miradas a la economía cubana*. Un acercamiento a la actualización seis años después. Ciudad de Panamá: Ruth Casa Editorial.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-Government Relations, *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- García, J. L. (2006). *Gestión de Ciencia e Innovación tecnológica en las Universidades. La experiencia cubana*. En, N. Medina, (Ed.), La Habana: Félix Varela.
- Woolgar, S. (1991): *Abriendo la caja negra*. Barcelona: Anthropos.

Capítulo III. Origen y construcción de una tesis doctoral

Autores: Diana N. Concepción Toledo, Erenio González Suárez, Juan E. Miño Valdés.

Introducción

La ciencia es un sistema ordenado de conocimientos estructurados que estudia, investiga e interpreta los fenómenos naturales, sociales y artificiales. Si la Ciencia busca el qué, el cómo y el por qué de los hechos, sean naturales o artificiales, la Tecnología está llamada al saber cómo hacemos las cosas, por qué las hacemos y cuál será su utilidad a favor del bienestar de la gente, de su progreso social y económico y de la convivencia entre los pueblos. (Fidalgo et al. 2016).

Cada país debe trazarse el objetivo de contar con instituciones científicas de alta calidad capaces de realizar investigaciones y proporcionar capacitación. El progreso científico está íntimamente relacionado con la Educación Superior, la cual asegura la preparación de cuadros para la producción y las instituciones científico-investigativas. La Educación Superior es un asociado indispensable en el fomento de los temas de interés común que la ciencia, la tecnología y la cultura han investigado conjuntamente. La formación de investigadores está estrechamente relacionada con el fortalecimiento de la Educación Superior y su vínculo con el sector empresarial, de servicios y la sociedad en su conjunto (Fernández de Lucio, 1996).

Por otro lado, en la actualidad, la práctica productiva plantea con frecuencia a la ciencia tareas que tienen un carácter estratégico y perspectivo, que exigen de la ciencia un adelanto a la técnica, y a la producción en su desarrollo, lo que solo puede lograrse a través de un sólido potencial científico.

Las universidades deben comprometerse y liderar un proceso de cambio continuo en el contexto en el que se encuentran, y así ser consideradas como instituciones valiosas y estratégicas para el desarrollo de las sociedades en las que están inmersas. Para ello, deben ser capaces de involucrarse sensiblemente con las problemáticas acuciantes del territorio en las que están insertas, y construir vínculos de pertenencia productiva, social y cultural que permitan la aplicación de soluciones pertinentes y viables para el desenvolvimiento sostenible de la calidad de vida de los pobladores. (Mantulak et al.; 2014)

El potencial científico está formado por varios elementos, entre los cuales se destacan:

- Las reservas de conocimientos obtenidos mediante metodología científica.
- Las investigaciones científicas aplicadas que se materializan en trabajos de proyectos y patentes de invención.

En el mundo moderno, la evolución de la información y el acceso a fuentes del conocimiento geográficamente distantes, hacen que muchos de los resultados científicos

de investigaciones fundamentales y aplicadas sean de acceso a uno y otro país, incluso que tras la globalización de la economía ha surgido la globalización de la investigación y desarrollo.

Un principio fundamental en la Política Científica de un país tiene que ser la formación de recursos humanos, pues “sin científicos es muy difícil hacer Ciencia” (Simeón, 1996). Sin duda, la composición cualitativa y cuantitativa de los cuadros científicos es el elemento más importante de la capacidad de investigación científica.

Al referirnos a su composición tenemos en cuenta la existencia de escuelas y líderes científicos en una u otra rama del saber. Estas escuelas, están en posibilidad de dar un impacto inmediato en la producción y los servicios, mediante investigaciones científicas productivas o aplicadas, y, además, dan continuidad al conocimiento científico a través de investigaciones fundamentales y la búsqueda de métodos científicos. Aquí no debemos olvidar que, desde el punto de vista de las leyes internas del desenvolvimiento de la ciencia contemporánea, adquiere gran significado la influencia de una ciencia en la otra, por lo que se requiere en los líderes científicos una visión abarcadora y multilateral del mundo real investigado. En estas funciones es decisivo la visión de los objetivos y la metodología de las investigaciones.

Premisas para la investigación científica

Constituyen pilares de la política científica:

a) la formación de su recurso más valioso: el recurso humano; b) el principio de que la ciencia tiene que responder a las necesidades del desarrollo económico del país; c) la asimilación del conocimiento mundial y su adaptación a las condiciones propias; d) la transformación de la ciencia nacional de asimiladora de conocimientos a generadora de tecnología (Miño et al., 2016).

En la formación de investigadores se parte de: a) una preparación metodológica adecuada del investigador; b) la acceso/disponibilidad de información científico-técnica actualizada.

Es necesario considerar que, en la teoría del conocimiento, como en todos los dominios de la ciencia, hay que razonar dialécticamente, no suponer nuestro conocimiento acabado e invariable, sino analizar el proceso donde el conocimiento nace de la ignorancia o donde el conocimiento incompleto e inexacto llega a ser conocimiento más completo y más exacto.

El análisis y la síntesis son los dos momentos claves del proceso del conocimiento; no se pueden analizar los objetos de estudio sin penetrar en la fenomenología. Esto se logra a través de la abstracción de la experiencia, que lleva al concepto de modelo a la generalización teórica, y que facilita la matemática con su preciso aparato lógico, como ocurre en todos los campos del pensamiento humano.

Al llegar a una determinada fase del desarrollo, las leyes abstractas del mundo real se ven separadas de este mundo, por lo que pueden estudiarse independientemente de los sistemas reales, actuar sobre ellos, y obtener las conclusiones que nos permiten planificar y ejecutar la dirección del fenómeno real. Solo un conocimiento multilateral del objeto de estudio permite elevarnos a abstracciones que representen el lado del fenómeno que queremos investigar.

Es decir, en la formación de investigadores tiene especial importancia, no solo la metodología general de la investigación, que como se ha planteado tiene rasgos generales para todos los campos de las ciencias, y son los modernos métodos cibernéticos un eslabón intermedio en su aplicación en problemas específicos de las ciencias particulares (González; 2014). También, disciplinas científicas específicas en cada caso y en general, disciplinas básicas que tienen un alcance general y propician el enfoque integrador y multilateral que hoy se requiere en la solución de problemas concretos, y por otro lado, favorecen el clima imperante en la sociedad de creatividad inducida.

En esta dirección, es decisivo trabajar en la concepción de Cunningham et al., (2002), de la búsqueda incesante de problemas reales, siendo el camino equivocado el de la oferta de la ciencia a la sociedad y el adecuado de la sociedad como demanda a la ciencia (Figura 1).

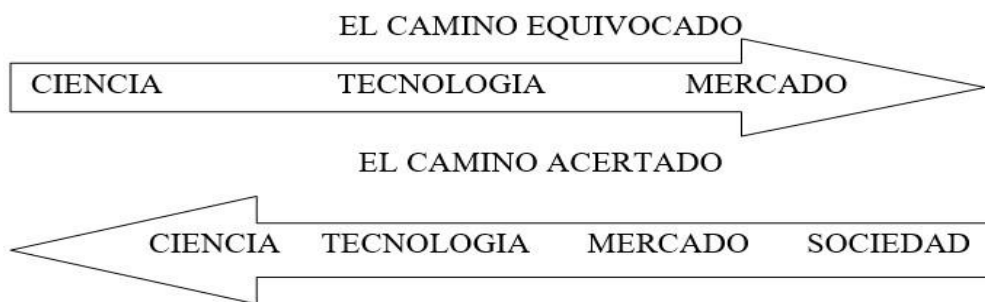


Figura 1. La respuesta científica a demandas reales de la sociedad, aseguran el crecimiento del personal que investiga y permite alcanzar los dos requisitos indispensables: aporte científico y aporte real a la sociedad. Fuente: (Cunningham, 2002)

Un elemento decisivo en la formación de los recursos humanos requeridos para las actividades de ciencia, tecnología, economía y la sociedad en su conjunto, es crear una cantera de cuadros jóvenes, que trabaje en proyectos específicos, para su formación como científicos.

Estos jóvenes deben estar vinculados a científicos de alto nivel de los centros de generación de conocimientos para garantizar su formación adecuada y acelerada, además, a través de su incorporación activa a los grupos de investigación crean capacidades y habilidades experimentales que también contribuyen a su formación. Una expresión culminante de la preparación como científico es la ejecución y defensa de tesis

de doctorados en ciencias específicas y en una temática, vinculada a las investigaciones que realiza el grupo con el cual colabora. (Miño y González, 2013)

En los últimos años se incrementó el nivel de incertidumbre y complejidad de la vida social y de las transformaciones económicas, políticas, científicas y tecnológicas en un mundo cada vez más interdependiente y globalizado.

Todo parece indicar que son precisamente las inciertas y complejas circunstancias que se presentan hoy, ante la casi totalidad de las organizaciones, en cualquier lugar, lo que hace difícil suponer que estas pueden mantenerse y expandirse en el futuro, sin contar con una apreciación suficientemente clara de los posibles caminos que podrían emprender en lo adelante y de las implicaciones que tendrían las decisiones que se tomen en el presente en relación con el porvenir.

Desarrollo

El proceso cognoscitivo incluye dos componentes fundamentales: el volumen de conocimientos de que se dispone y las ideas fundamentales por las que se orienta el investigador. Sus resultados dependen tanto de la suma de conocimientos acumulados por la humanidad hasta el momento, como del conjunto de información de que dispone uno u otro investigador.

Un rasgo distintivo de las ciencias naturales modernas, que debe tenerse en cuenta en la formación de científicos, es que las ciencias naturales modernas reflejan la integridad y la unidad interna de la materia, de la naturaleza. Esto conlleva a la inter vinculación de las ciencias por sus métodos. Así mismo se manifiesta el carácter integrativo, a través de problemas concretos como los de la ecología, de las Ciencias Naturales, Sociales y Técnicas, de manera que el progreso científico actual necesita de científicos con capacidad de síntesis de los conocimientos. Es el carácter integrativo científico general el rasgo específico del desarrollo de la ciencia moderna.

La especialización, por un lado, y el conocimiento integral por otro, parecen una paradoja insoluble. Sin embargo, indican rasgos distintivos del profesionalismo de la época, donde la creatividad y la capacidad de resolución de problemas científicos. Son vitales para el desarrollo. Por eso, la importancia de la educación integral, sistémica y sociológica de los profesionales y de la creación de instituciones y comunidades científicas y técnicas que velen por el desarrollo tecnológico y la ética profesional. En la formación de los investigadores deben lograrse conocimientos, habilidades, experiencias, valores, tradiciones, etc. que requieren del investigador no sólo una formación en su ciencia específica, sino también general, básica y social, acorde con los requerimientos de la época. (Guadarrama, 2012)

Por ello, es necesario reforzar el criterio de la necesidad de la preparación metodológica, que permite el desarrollo de las investigaciones con verdadero rigor científico, pues en la producción científica, una premisa es conocer la esencia del proceso cognoscitivo,

dominar las leyes fundamentales de la gnoseología, y concebir los métodos y procedimientos más eficaces, que proporcionan una orientación justa en la investigación científica y ayuden a elegir el camino más corto hasta los conocimientos verdaderos. Albert Einstein señaló que: «La ciencia sin la teoría del conocimiento, en el caso de que sea concebible en general sin ella, es rudimentaria y desordenada» (citado por Cunningham, 2002).

La disponibilidad de información científico-técnica, que en consecuente interacción requiere una organización, un acceso y una utilización, además de un aporte y enriquecimiento constante.

Considerar que, en la teoría del conocimiento, como en todos los dominios de la ciencia, hay que razonar dialécticamente, no suponer el conocimiento acabado e invariable, sino analizar el proceso gracias al cual el conocimiento nace de la ignorancia o gracias al cual el conocimiento incompleto e inexacto llega a ser conocimiento más completo y más exacto (González, García y Herrera, 2000).

En las ciencias se crean y elaboran medios especiales del conocimiento como son:

- Medios materiales, aparatos, instalaciones experimentales;
- Medios matemáticos, métodos de cálculo, teorías matemáticas;
- Medios lingüísticos y lógicos: lenguajes artificiales, reglas de las estructuras de las definiciones.

Mediante este proceso de síntesis del conocimiento se ha podido concluir que una especial incidencia tienen los métodos matemáticos en las herramientas de investigación para incrementar el impacto de las ciencias en la sociedad (González y Peralta, 2016), lo que es enteramente lógico pues el desarrollo explosivo de las investigaciones ha dado lugar al problema de la elevación de su eficacia y la dirección óptima de las mismas.

Importancia de las ciencias básicas y sociales en la formación de investigadores

De acuerdo con la experiencia acumulada, los países que cuentan con escasos recursos materiales, y que, en un relativo breve período de tiempo, han logrado preparar eficazmente una capacidad de desarrollo investigativo en varios campos del conocimiento, es importante en la creación de estas capacidades hacer hincapié en la preparación integral y metodológica de los investigadores. La formación en ciencias básicas y sociales es un factor esencial, ha estado presente en las actividades académicas de pre y posgrado, así como en las posibilidades extracurriculares de ambos niveles.

La formación de investigadores se refuerza a nivel de posgrado a través de los grados científicos, en los cuales la formación en Matemáticas y otras Ciencias Básicas y Sociales están presentes. Esto ha permitido establecer y materializar una estrategia de formación de científicos en la que las Ciencias Básicas y Sociales tienen un papel decisivo, junto con la vinculación de los problemas de producción y servicios y la sociedad en su conjunto (González, 1997). Son aspectos clave para la formación de los investigadores:

- El acceso a la actividad científica libre, que se nutre de las capas más amplias de toda la población. Sus resultados constituyen patrimonio de todo el pueblo.
- La unidad de la teoría y la práctica; planificación del trabajo científico; la concentración de los esfuerzos en los problemas principales del progreso científico, técnico, económico y social.
- El carácter colectivo del trabajo, la colaboración y el enriquecimiento mutuo de las experiencias.

Definidas estas premisas, la elaboración de un plan de formación de científicos lleva, a la cuestión de cómo se debe investigar y en qué debe consistir la peculiaridad de los métodos de trabajo.

Resultados

Las tesis doctorales como forma de superación posgraduada en la formación de investigadores

Una etapa requerida y decisiva en la formación de investigadores, que le prepara para enfrentar con cierto grado de independencia las tareas de investigación, es la formación doctoral.

Son requisitos básicos para la obtención de un grado científico en ciencias específicas:

1. La defensa de una tesis, ante un tribunal acreditado para otorgar el grado científico, donde se demuestre el nivel de conocimiento de la temática de investigación, novedad científica de los resultados obtenidos, reivindicados, así como su aplicabilidad.
2. La demostración de visibilidad en su trabajo científico, mediante la publicación de artículos científicos en revistas de visibilidad internacional y presentado ponencias en eventos científicos de la especialidad.
3. La demostración de conocimientos generales y específicos en su especialidad acorde con la actualidad científica internacional en el momento de su defensa del posgrado científico.
4. La demostración de la capacidad de trabajo científico en un idioma no natal reconocido al efecto.
5. la demostración de conocimientos generales y específicos en relación a su investigación y en relación a los Problemas Sociales de las Ciencias, en su especialidad acorde con la actualidad científica internacional del momento en la defensa del posgrado científico.

Para cualquier tema de investigación, existen indicadores o criterios para evaluar la utilidad del estudio que se realiza. Estos se flexibilizan de acuerdo con el tipo de investigación, el contexto en donde se desarrolla y en la medida en que estos aspectos se satisfagan. La investigación entonces, tendrá bases sólidas para justificar su realización, pues, si no se conocen las razones básicas que motivan una investigación, y justifican que no sea estéril la inversión de tiempos y recursos para ello, y si no se conoce cuál es la razón social, cultural, científica, etc., que justifica la ejecución de un proyecto investigativo, no es recomendable asumir la tarea en cuestión (Guadarrama, 2012).

De lo anterior se desprende que toda tesis doctoral debe incluir una coherente justificación de la investigación por realizar, con una actualización del conocimiento científico de frontera en la temática de investigación -Estado del Arte-, que en muchos casos se acostumbra denominar «Análisis de la Literatura», y que en algunas ramas del conocimiento incluye con razón la «Vigilancia Tecnológica».

Entre los indicadores de la investigación científica se deben considerar:

- Pertinencia
- Coherencia
- Actualidad
- Aportes teóricos/prácticos
- Novedades científicas/tecnológicas
- Fundamentos
- Rigor metodológico

Una conceptualización de la justificación y ejecución de una investigación ha sido fundamentada en los escritos sobre Metodología de Investigación (Hernández Sampieri et al., 2000) con los siguientes aspectos:

- Conveniencia, relevancia social, aplicación práctica.
- Innovación/desarrollo, utilidad metodológica.
- Viabilidad/factibilidad de la investigación

Las acciones necesarias por realizar para la ejecución exitosa de un Proyecto de Doctorado por parte del Comité Académico/Científico del Doctorado son:

- A. Análisis de las propuestas de los doctorantes, la que debe ser presentada en un documento por cada interesado y donde se incluyan los aspectos siguientes:
 - Título o tema de la tesis.
 - Resumen, no más de dos cuartillas.
 - Consideraciones sobre el aporte/novedad científica/tecnológica teórica/ práctica.
 - Principales conclusiones y recomendaciones que considera se puedan extraer del trabajo a realizar o realizado.
 - Relación de artículos y ponencias presentadas sobre el tema. (Si es posible tener disponible los textos)
 - Las limitaciones que en su opinión tiene el Trabajo.
 - Listado de referencias bibliográficas a utilizar en un principio. Luego se incrementarán con el avance de la tesis. Considerando que un gran porcentaje del total 60/70% sean de los últimos 5/10 años.
- B. Presentación ante un comité de expertos de la universidad, promotora del aspirante del proyecto individual de doctorado para la aprobación de su incorporación al Programa Doctoral autorizado y asignación de tutores.
- C. Asesoría individual de cada uno de los Proyectos de doctorado, donde se incluye recomendaciones para la ejecución y elaboración del documento de Tesis para Predefensa de los candidatos por ser autorizados como incorporados al Programa Doctoral.

- d. Presentar sistemáticamente y con oponencias a los resultados y avances de la tesis ante las sesiones científicas de los Departamentos auspiciadores o de los Programas Doctorales.
- e. Aprobación en la Comisión de Grados Científicos de la Universidad que auspicia al doctorante que haya presentado sus documentos de tesis para predefensa con la debida asesoría.
- f. Cumplir con los requisitos de aprobar ante Tribunal Doctoral acreditado al efecto exámenes de conocimientos de:
- La especialidad en la que realiza el Doctorado.
 - Un segundo idioma no materno (inglés entre otros) elegido por el aspirante.
 - Otros temas muchas veces de las Ciencias en general.
- g. Publicar sobre la tesis un mínimo de 2 artículos científicos en Revistas de reconocido prestigio internacional (con referencia) y con base de datos (en categorías 1 o 2), siendo el aspirante a doctor el primer autor del art. que contiene al trabajo de tesis con los aportes/novedades para su reconocimiento científico internacional.
- h. Después que se publican los 2 artículos (del punto G), presentar el Trabajo de Tesis Doctoral con aportes/novedades al reconocimiento científico internacional, se debe aprobar la tesis:
- 1ro. ante un tribunal de Predefensa de Tesis conformada por los Doctores Docentes del Departamento/Facultad de la Universidad que avala al aspirante, para mejorar el trabajo.
 - 2do. ante un tribunal Nacional de Defensa final de tesis conformada por Doctores de la especialidad designados al efecto.

Propuesta de trabajo para la formación de investigadores

Para lograr una formación acelerada de cuadros científicos para la investigación en las universidades, se requieren los siguientes objetivos específicos:

- a. Propiciar una estrategia para la formación de investigadores que coadyuve al incremento de las posibilidades competitiva de las instituciones, al desarrollar, mediante un adecuado plan, sus posibilidades en la formación de talentos para las actividades de Investigación y Desarrollo a través de Proyectos de Investigación. Estas deben optimizar la utilización de los recursos humanos, materiales y financieros disponibles en el territorio. Se deben vincular la formación de científicos con la solución de problemas específicos del desarrollo económico/tecnológico/social/ambiental en otros en el entorno de influencia.
- b. Crear bases conceptuales y cognoscitivas para la formación de los futuros científicos, vinculados al desarrollo prospectivo de las instituciones, y al educarlos en el principio de vincular la ciencia con la actividad práctica concreta.
- c. Propiciar la disminución de los costos totales en la formación de científicos, e incrementar los resultados de la ciencia y la técnica introducidos en la práctica social, educativa y económica del país, mediante una adecuada integración y racionalización del esfuerzo de los investigadores.
- d. Proyectar temas de tesis para doctorado tomando problemas reales a nivel local/regional/nacional, mediante innovación, investigación y/o desarrollo.

Ideas básicas sobre la formación de doctores

Por su importancia en el trabajo futuro y específicamente en el relevo de generaciones, se ha propuesto y utilizado exitosamente como vía para la creación simultánea de capacidades científicas y tecnológicas un grupo de ideas básicas sobre la formación de doctores, que son las siguientes:

- a. La investigación desarrollada debe tener aplicación práctica a corto, mediano o largo plazo, siendo en extremo eficaz que la génesis de la investigación sea una demanda real de la producción local, regional, nacional o internacional.
- b. Se debe organizar la respuesta a la demanda de conocimiento como un Proyecto de Investigación y Desarrollo con todos los requerimientos organizativos de esta actividad.
- c. El coordinador/tutor/director científico del Proyecto debe tener una visión generadora de conocimientos e innovadora.
- d. Para la solución de un problema real que demanda la sociedad y la producción en específico, que seguramente tiene múltiples lados que analizar y resolver, se requiere de un trabajo en equipo y la ayuda mutua entre investigadores. Por lo tanto, el trabajo del Proyecto debe contar con un director/tutor/asistente responsable, encargado no solo del peso operativo de la ejecución del Proyecto, sino, y sobre todo, de la ejecución del trabajo central del proyecto, lo que debe redundar en su formación doctoral/posdoctoral según sea el caso.

Así mismo se pueden incorporar al Proyecto de tesis estudiantes de grado /maestría /doctorado que dan sus pasos hacia la formación del nivel científico que aspiran alcanzar.

- e. Las sesiones científicas sistemáticas ayudan a debatir los resultados y las estrategias de continuación de las labores del Proyecto. La presencia del director/tutor o coordinador del Proyecto, se pueden organizar estas sesiones como una vía para forzar el desarrollo profesional y personal, de una manera más activa.
- f. La elaboración periódica de documentos científicos para ordenar las ideas y someterlos a la crítica de otros especialistas.
- g. La búsqueda sistemática no solo de la solución de los problemas, sino también de los impactos científicos que garanticen la formación en este aspecto.

El director/tutor/asistente o coordinador del trabajo de tesis de doctorado

Aquí un aspecto que queda por considerar es el referido al crecimiento científico del director de la tesis de doctorado, que por su labor en el trabajo de tesis debe implicar:

- a. Profundización teórica sobre los métodos y fundamentos de la solución de la demanda real que se trata de resolver.
- b. Control operativo del Trabajo en equipo y del Proyecto en general.
- c. Representación externa e interna en la ejecución del Proyecto en la presentación de resultados.

- d. Colaboración internacional en las investigaciones con expertos de otros países para conocer directamente diferentes enfoques en el trabajo investigativo.
- e. Preparación de tareas de divulgación del Proyecto y sus resultados.
- f. Contacto directo con los introductores del resultado.
- g. La formulación de Proyectos de apoyo, con instituciones financieras de las labores de investigación nacionales e internacionales.

Acciones para obtener viabilidad en la estrategia elaborada

En esta dirección, se deben realizar un conjunto de acciones como vías para lograr la viabilidad de la estrategia elaborada y la ejecución de las ideas básicas para la formación de investigadores científicos y su creciente potenciación de posibilidades, que se relacionan a continuación:

- ✓ Favorecer el trabajo colaborativo con las empresas y la sociedad.
- ✓ Trabajar en la dirección del aprovechamiento de los residuos disponibles como fuente de materias primas y energía.
- ✓ Favorecer el vínculo con el desarrollo de la industrial en la región de acción directa del Centro de Generación de conocimientos.
- ✓ Incrementar la dinámica en la participación de las empresas y los centros de generación de conocimiento como redes estables de trabajo, no solo con personas sino también con ideas y formas de actuación.
- ✓ Gestar Proyectos Internacionales, Binacionales y Nacionales con vistas a alcanzar nuevos conocimientos de transferencia al sector productivo.

Los resultados por alcanzar

Por lo expuesto anteriormente los resultados por alcanzar son los siguientes:

- ✓ La preparación básica de los docentes y profesionales como investigadores.
- ✓ La identificación de un grupo de Proyectos de Investigación de interés para el desarrollo del entorno de las instituciones participantes.
- ✓ La definición de un conjunto de temas de doctorados que sirven de respaldo prospectivo a la política científica de las instituciones participantes como un centro de la Educación Superior o de Investigación y desarrollo.
- ✓ La definición de los Programas doctorales por ser desarrollados en las instituciones.

Visto como un Proyecto las actividades por desarrollar, deben incluir al menos las siguientes tareas planificadas a ciclo completo (Concepción et al; 2019):

- ✓ Preparación en idiomas de los científicos en formación.
- ✓ Preparación en Metodología de la investigación. □
- ✓ Definición de temas de investigación.
- ✓ Gestión de la Información.
- ✓ Planificación Experimental.
- ✓ Preparación en Gestión de Proyectos de Investigación y Desarrollo.
- ✓ Asesoría sesiones científicas y sobre el desarrollo de las investigaciones en desarrollo.
- ✓ Presentación de trabajos en eventos científicos.

- ✓ Publicación de artículos científicos.
- ✓ Informe final (Tesis) del Proyecto.

La cadena de formación de doctores y con ello las escuelas científicas, se logra a través de:

- ✓ Problemas no resueltos en el doctorado del director/tutor/asistente principal del Proyecto.
- ✓ Las recomendaciones para el trabajo futuro que se derivan de todo doctorado.
- ✓ La comunicación que siempre se logra del demandante de un resultado que se siente satisfecho y confía en las ideas que le proponemos.
- ✓ Y sin dudas, también el olfato científico del tutor que sepa maniobrar para encontrar nuevas ideas de continuación de la colaboración.

Conclusiones

La actividad científica en las universidades cubanas está muy vinculada a la sociedad, a la demanda del mercado, ejerciendo una fuerza inductora sobre la política científica y la formación de sus recursos humanos que conllevan a encontrar formas más actualizadas para crecimiento sistemático y continuo de la capacidad de desarrollo de la ciencia y la técnica.

Para lograr un incremento de la gestión de tecnologías que apoyen el desarrollo económico del país, será decisivo el fortalecimiento del vínculo entre la universidad y el sector empresarial, así como que la formación doctoral coadyuve en esta dirección, lo que es totalmente factible.

El potencial investigativo de la universidad deberá trabajar en función de dar respuesta a las demandas que en el orden científico – tecnológico posee el sector empresarial, así como la sociedad en su conjunto.

La universidad tiene el reto de preparar al hombre del mañana a través de una educación continua e integral que tenga en cuenta la preparación profesional pre y postgraduada del alumno, así como su preparación integral.

La alianza universidad-empresa, es una alternativa en beneficio mutuo, para fortalecer los vínculos entre el sector generador de conocimientos y el de producción de bienes y servicios, la cual debe continuar perfeccionándose de acuerdo con las demandas de la realidad de la sociedad.

Una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la comercialización de su producto científico cuando realmente esta se desarrolla sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los factores de desarrollar el producto que demanda el mercado y se resuelven todos los problemas, que permiten el impacto del conocimiento científico en satisfacer las demandas del mercado, lo que brinda infinitas posibilidades de hacer Ciencia y de crecimiento de los recursos humanos en el plano científico y profesional.

La formación de recursos humanos para la investigación en vínculo estrecho con las demandas de la sociedad y la esfera productiva crean fortalezas y visiones más completas en los profesionales que investigan con vistas a contribuir a la mejor solución de los problemas sociales y productivos del mundo de hoy, ratificando que la ciencia es una fuerza productiva directa.

Referencias bibliográficas

- Concepción Toledo, D.N., González Suárez, E., García Prado, R.A., *Miño Valdés, J.E. Metodología de la investigación: Origen y construcción de una tesis doctoral Revista Científica de la UCSA, Vol.6 N. o1 abril, 2019: 76-87
- Cunningham R.; Laborde M.; González E. (2002). La gestión de proyectos en la gerencia de conocimientos. Experiencias y Proyección, Ponencia presentada en / *Encuentro Nacional e Internacional de Gestión Tecnológica*. Caracas Venezuela.
- Fernández de Lucio I. (1996). Variables a considerar en el Análisis de los Sistemas Nacionales de innovación, Memorias de IBERGECYT'96, pp.45-46. Habana Cuba.
- Fidalgo Sánchez J.A; Fernández Pérez M.; Fernández N. (2016). Tecnología Industrial II. Editorial Paraninfo. ISBN 9788428333085. Madrid España.
- González E.; García J.L.; Herrera M.; (2000). Los Modernos Métodos Cibernéticos como intermedio en la aplicación de la dialéctica materialista en los métodos especiales de las ciencias particulares», Conferencia de Ciencias Naturales y Sociales. Universidad Central «Marta Abreu» de Las Villas. Cuba.
- González Suárez, E. (1997). La influencia de las ciencias básicas en la formación de investigadores de Cuba», Revista Nómadas Vol.7, sep/97., Fundación Universidad Central Santafé de Bogotá, Bogotá Colombia.
- González Suárez, E. (2014). Gerencia de Ciencia e Innovación en centros de generación de conocimientos. Impacto económico y social. ISBN 978-959-250-962-7. Editorial Feijoo.
- González E.A. Peralta L. M. (2016). El lugar de las herramientas de investigación para incrementar el impacto de las ciencias en la industria química. Evento Provincial de Villa Clara: Universidad 2016, pp.60-68. Santa Clara Cuba.
- Guadarrama González, P. (2012). Dirección y Asesoría de la Investigación Científica, Editorial Ciencias Sociales, La Habana Cuba.
- Hernández Sampieri R.; Fernández Collado C.; Baptista Lucio P.; (2000). Metodología de la Investigación. Edit.McGraw-Hill. 2da.Ed. México.
- Mantulak Stachuk M.J.; Michalus Juscyszczyn J.C.; Miño Valdés J.E.; (2014). Aportes de la Academia al Desarrollo Local y Regional. ISBN 978-950-579-366-2. 1ra Ed. EdUNaM, pp.9-10. Posadas Argentina.
- Miño Valdés J.E.; Gonzalez Suarez E.; Concepción Toledo D.; (2016). Política Científica y Tecnológica para el incremento de las Oportunidades de negocios en beneficio del desarrollo local. ISBN 978-950-579-408-9. 1ra Ed. EdUNaM pp.36-37. Posadas Argentina.

Miño Valdés J.E.; González Suarez E.; (2013). Estrategias de Cooperación Internacional entre Universidades Sur-Sur. ISBN 978-950-579-311-2. 1ra.Ed. EdUNaM, pp.26-27. Posadas Argentina

Simeón Negrin, R.E. (1996). Estrategia de la Ciencia y la Tecnología en Cuba, IBERGECYT'96, pp.90-99, La Habana Cuba.

Capítulo IV: El valor intangible de las consultorías desde las universidades para el desarrollo de la industria química

Autores: Erenio González Suárez, Diana Niurka Concepción Toledo, Juan E. Miño Valdés

Introducción

Para la empresa, la innovación tecnológica y la introducción de resultados científicos, se traduce en un medio capaz de aportar mejoras concretas palpables en la Cuenta de Resultados. Normalmente plantea la cuestión del plazo en el que se espera que las investigaciones comiencen a dar sus frutos pues el impacto de los resultados científicos en la economía nacional, solo será real en la medida que se transfieran en forma de tecnología a los procesos productivos.

Con justeza se ha reconocido a la consultoría de empresas u organizacional en general, como un servicio profesional de gran utilidad para ayudar a los directivos de las organizaciones a identificar y definir los principales problemas que afectan a sus organizaciones para alcanzar sus propósitos fundamentales, sus objetivos emanados de la misión, analizar las causas que lo provocan, identificando las causas raíces y proyectar acciones para su perfeccionamiento y que esta se implemente.

La investigación sobre técnicas para la solución de problemas surge como la continuación natural de los trabajos realizados en el área de toma de decisiones. Ya se hizo evidente la necesidad de lanzar una mirada más fundamental y microscópica hacia la toma de decisiones, y la técnica de solución de problemas, son una buena parte de ella, ya que para tomar una decisión apropiada se requiere utilizar criterios acertados que permitan determinar las medidas adecuadas para resolver problemas existentes y de mejoramiento.

Por ello, la innovación es una actividad cotidiana en las funciones empresariales que se rige por principios y métodos científicos, en particular referente a la ingeniería como vía de materializar a través de las tecnologías los adelantos de la ciencia y la técnica y esto sin duda debe hacerse con una visión prospectiva que incluya una valoración de los cambios necesarios en la empresa para enfrentar los retos que suponen los cambios de su entorno.

En ello está presente con un valor intangible para las empresas, que *la conexión entre la universidad y el desarrollo local constituye un eslabón importante lo que provoca que cada vez más las universidades sean consideradas instituciones clave en los procesos de producción, difusión y uso del conocimiento relevante, elementos básicos para emprender la búsqueda de solución a los problemas que enfrentan los territorios en cada una de sus áreas y contribuir, de esta manera al desarrollo económico y social por ello, la universidad que se califique de innovadora, debe ser capaz de gestionar el conocimiento y promover la innovación mediante la interacción con el entramado de*

actores colectivos, contribuyendo al despliegue de sistemas locales, regionales, sectoriales y nacionales de innovación (Alarcón , 2016).

Desarrollo

La problemática científico técnica del entorno empresarial obliga a buscar formas que potencien este vínculo entre las universidades y las empresas de manera que se logre un mayor impacto en las empresas del conocimiento desarrollado, lo que indudablemente incide en la política científica de los centros de generación de conocimientos.

En la actualidad, constituye para las universidades un desafío multiplicar su papel como instituciones de conocimientos, aumentando la calidad, cantidad y pertinencia de la investigación científica y el desarrollo tecnológico que ellas realizan e integrándose mejor con los restantes actores del sistema con el propósito de contribuir a un mayor impacto económico – social en el proceso de desarrollo (Saborido, 2018).

En adición, se reconoce internacionalmente que para que una tecnología pueda ser transferida se requiere que al menos se cumplan las siguientes seis condiciones (Medellín, 2004):

1. Que la tecnología cuente con el nivel de desarrollo tal que pueda permitirle al adquirente su utilización ventajosa en los procesos administrativos, de producción y comercialización.
2. Que la tecnología ofrezca realmente una oportunidad de negocio para la organización empresarial licenciataria.
3. Que la inversión que se realice por parte de la empresa sea rentable en periodos de tiempo aceptables para los mercados y sectores donde piensa competir.
4. Que exista una empresa interesada en licenciar la tecnología, seguramente posicionada en términos competitivos razonables y con una base tecnológica no muy fuerte, tal que le obliga a adquirir tecnología con otras empresas, tecnólogos o centros de I&DT.
5. Que los investigadores participantes en el proyecto de desarrollo tecnológico se involucren en el proceso de transferencia, documentando adecuadamente la tecnología, asesorando al licenciatario de la misma en su asimilación, adaptación y mejora, y capacitando a los técnicos y especialistas de la empresa que trabajarán con ella.
6. Que se logre un acuerdo de licencia tecnológica satisfactorio para las partes en aspectos esenciales tales como: formas de pago, propiedad de la tecnología, precio y alcance de la misma, exclusividad, territorialidad, sub licenciamiento a terceros y solución de conflictos, entre otros.

Situación de la transferencia de resultados de la ciencia a la industria química y fermentativa

La transferencia de resultados de la actividad científica se ha visto limitada en los últimos años, lo que tiene su fundamento entre otros factores en que la industria química es altamente dependiente de materias primas de importación y de portadores energéticos que son fuente de materias primas y energía, así como de grandes y sistemáticos gastos en mantenimiento para la conservación de la capacidad productiva y competitiva de este sector, lo que requiere de un financiamiento constante con el cual no siempre se ha dispuesto, por lo que se ha perdido paulatinamente y en algunos casos de forma brusca, la capacidad de producción, afectando la demanda de soluciones tecnológicas requeridas para mantener la competitividad de la industria química y la posibilidad de pasar a la producción de determinados productos que se logran o mejoran con tecnologías nacionales.

Por otro lado, la caña de azúcar, fuente de productos químicos y energía renovables, sobre cuyo aprovechamiento se había realizado un tejido empresarial histórico y, en los últimos decenios, proyectado una consecuente diversificación de su empleo y en cuyas demandas tecnológicas descansaban las Políticas Científicas de numerosas instituciones de generación conocimientos del país, no está ahora disponible como para sostener la necesaria producción de azúcar, ni la de los otros principales derivados de la caña a niveles competitivos, lo que ejerce un “*efecto dominó*” sobre industrias químicas, que se desarrollaron partiendo de las demandas de este sector industrial y que al contraerse disminuyen también la demanda de soluciones que se desarrollaron con vistas al uso de la caña como fuente de productos químicos y energía.

Una característica de las producciones de la industria química y fermentativa es su potencial alto impacto al medio ambiente, así por ejemplo el desarrollo de las producciones de derivados de la caña de azúcar, induce un incremento en el nivel de contaminación, lo que en muchos casos ha sido un factor que ha frenado el desarrollo de estas producciones y con ello las demandas de conocimientos científicos inmediatos, sin que haya existido una verdadera proyección en la búsqueda de tecnologías más limpias en el sector de generación de conocimientos.

En adición a lo anterior, muchos resultados vinculados a la Industria Química y Fermentativa Nacional fueron previsto sobre la base de una Política Científica de los Centros de Generación de conocimientos que no siempre previó y tampoco fue capaz de adaptarse a la dinámica que han vivido las empresas nacionales en particular de la industria de procesos químicos y fermentativa, la que como se conoce a sufrido una contracción notable en esferas como los fertilizantes, pulpa y papel, neumáticos, azúcar y derivados y otras, que como se ha dicho, a consecuencia de las reducciones productivas de las primeras han visto afectadas las demandas de los productos.

Por otro lado, no siempre los resultados científicos generados tienen un nivel de acabado necesario para la introducción en la práctica productiva en las condiciones actuales,

debido a que por las limitaciones financieras se han dedicado pocos recursos en el contexto nacional, al escalado, terminación y la transferencia de las tecnologías.

En muchos casos, no se han superado, en el contexto nacional, lo que internacionalmente se ha venido identificando como principales barreras para la cooperación entre los sectores de generación de conocimiento (Stollenwerk, 1998) y las empresas, por otro lado, no siempre se han potenciado de forma sistemática las razones que justifican un acercamiento entre ambas partes.

No obstante, lo anterior, en general los grandes consumos energéticos pueden ser compensados y minimizados a través de una adecuada integración material y energética de los procesos, y el impacto ambiental negativo puede ser eliminado o atenuado con un adecuado uso y reuso del agua y otras corrientes del proceso y la aplicación de los diferentes tratamientos que protejan el medio ambiente y como se ha dicho en la búsqueda de alternativas tecnológicas más limpias.

Así mismo, el desarrollo de los derivados de la caña de azúcar, ofrece un variado número de alternativas, entre las que se puede seleccionar las más convenientes, de acuerdo con las condiciones locales, al mercado, y a las facilidades financieras. Los empresarios deben considerar la Diversificación como un complemento de la producción de azúcar que incrementará la eficiencia de la explotación de la caña, y dará mayor sostenibilidad a la economía azucarera. En lo anterior no debe olvidarse el enorme impacto positivo por su capacidad de síntesis de anhídrido carbónico que tiene el cultivo de la caña de azúcar.

Las consultorías innovativas en su interrelación con el desarrollo prospectivo de las instituciones y la solución de problemas tecnológicos

Son, sin dudas, muchas las posibilidades de las consultorías como vía para fortalecer el vínculo universidad-empresa.

Una alternativa para obtener un incremento de la capacidad de solución de problemas en el mundo empresarial., es un sistema de consultoría innovativas que enfoque la solución de los problemas de las empresas, con una visión prospectiva en alianza con centros de generación de conocimientos y que a su vez contribuya a la definición de las políticas científicas, de los Centros de generación de conocimientos haciendo crecer su aporte potencial de forma prospectiva.

Por ello es pertinente establecer las bases cognoscitivas para el incremento de la competitividad de una empresa a través del vínculo con el sector de generación de conocimientos logrado mediante un sistema de consultorías que permita resolver los problemas que limitan el desarrollo de las empresas con una visión prospectiva que catalice una mejor definición de la política científica que viabilice el impacto también de las universidades en su entorno, también empleando el postgrado como un elemento clave en el vínculo universidad –empresa (González, et al., 2018).

Lo anterior implica:

- Fundamentar las bases cognoscitivas para establecer un sistema de consultorías a las empresas que permita incrementar la incidencia de los centros de generación de conocimientos en la sociedad en su conjunto.
- Establecer los fundamentos para el desarrollo prospectivo innovativo de las empresas de la economía en alianza con los centros de generación de conocimientos.
- Ordenar métodos de análisis y resolución de problemas en la industria que permitan incrementar la competitividad tecnológica de las empresas.
- Establecer conclusiones sobre el proceso de consultoría y valorar su impacto en el desarrollo prospectivo de la industria mediante la inclusión de estas necesidades en la Política Científica y los servicios científico-técnicos de los centros de generación de conocimientos.

Por ello es conveniente conceptuar tres elementos esenciales que su iteración permiten alcanzar valiosos resultados en el vínculo universidad empresa, a saber:

- a. Las Consultorías de empresas, como vía de crear los canales para transferir conocimientos;
- b. Los estudios de desarrollo prospectivo empresarial y su vínculo con la definición de políticas científicas en los centros de investigación;
- c. La solución de problemas tecnológicos mediante métodos de ingeniería, en particular el análisis y síntesis de procesos.

Las consultorías de innovación

La consultoría de empresas u organizacional en general se reconoce como un servicio profesional de gran utilidad para ayudar a los directivos de las organizaciones a identificar y definir los principales problemas que afectan a sus organizaciones para alcanzar sus propósitos fundamentales, sus objetivos emanados de la misión, analizar las causas que lo provocan, identificando las causas raíces y proyectar acciones para su perfeccionamiento y que estas se implementen. La labor actual del consultor como “*agente de cambio*”, implica la transferencia de conocimientos, know how y la capacitación del personal de las organizaciones, de forma implícita o explícita.

La acción del consultor actual y el enfoque que generalmente se utiliza tiene como finalidad apoyar intensa y temporalmente a las organizaciones a realizar este proyecto y no ejecutarlo por sí mismo, de tal forma que sus directivos y trabajadores adquieran conocimientos y habilidades que lo conviertan en un verdadero consultor interno, agente endógeno de cambio en un proceso de mejora continua de los procesos y sus resultados.

El desarrollo prospectivo

Los estudios prospectivos y sus resultados deben ser considerados como elementos fundamentales en el proceso de planificación y gestión económica a los distintos niveles de la sociedad y, en términos más generales, como parte de los sistemas anticipatorios orientados hacia la formación de políticas de desarrollo y la toma de decisiones. La Prospectiva no sólo se ocupa del buen funcionamiento de las técnicas, también está

adoptando, cada vez más, una forma de reflexión colectiva, una movilización de las mentes frente a las mutaciones del entorno estratégico. A través de la prospectiva se visualizan aquellos cambios tecnológicos, económicos, científicos, políticos, sociales que marcarán las pautas del desarrollo global de las sociedades; y con ello los escenarios futuros donde un país estará, inevitablemente insertado.

La solución de problemas tecnológicos mediante métodos de ingeniería

La investigación sobre técnicas para la solución de problemas surge como la continuación natural de los trabajos realizados en el área de toma de decisiones. Ya se hizo evidente la necesidad de lanzar una mirada más fundamental y microscópica hacia la toma de decisiones y la técnica de solución de problemas, se requiere utilizar criterios acertados que permitan determinar las medidas adecuadas para resolver problemas existentes y de mejoramiento.

Sin embargo, resolver problemas de manera organizada y dirigida puede ser difícil porque no siempre se está familiarizado con los métodos “paso a paso” para atacar un problema, de allí nos interesa presentar una metodología sencilla para la resolución de problemas, enmarcada dentro de las tendencias actuales del Análisis de Procesos en la Industria Química y con la participación directa de los profesionales de las industrias (González, et al., 2018).

Sinergia de las actividades de consultoría, desarrollo prospectivo y solución de problemas en la industria.

A continuación se presenta un diagrama que muestra las relaciones entre el desarrollo de las consultorías, el análisis y la resolución de problemas en la industria, el desarrollo (la investigación y el postgrado), el entorno y el análisis y la resolución de problemas en la industria, el desarrollo de disciplinas (la investigación y postgrado), el entorno y el incremento de la capacidad de producción.

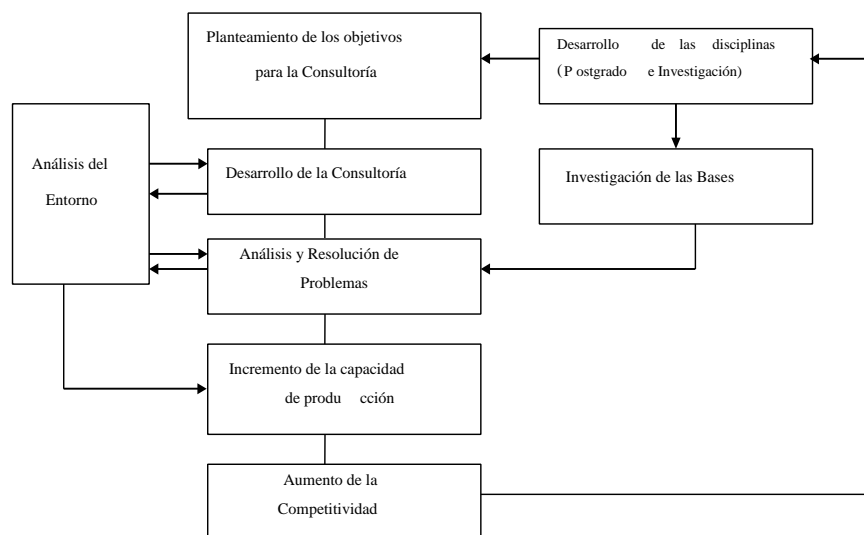


Figura 1. Relaciones entre el desarrollo de las consultorías, análisis y la resolución de problemas en la industria, el desarrollo (la investigación y el postgrado), el entorno y el análisis y la resolución de problemas en la industria, el desarrollo de disciplinas (la investigación y postgrado), el entorno y el incremento de la capacidad de producción. (González et al; 2018)

En este diagrama heurístico se muestra la importancia que tiene el desarrollo de las disciplinas y la incidencia que en esto tienen las actividades fuertemente articuladas al postgrado.

La aplicación de estos conceptos ha sido de muy útil aplicación en los trabajos de vinculación entre la estrategia de desarrollo de instituciones cubanas como la Papelera Damují (González, 2005), Proyecto San Javier de Argentina (Medel, 2005) la Electroquímica de Sagua la Grande (González, 2008), la industria azucarera de Aguada de Pasajeros (González, et al., 2016) y otras como la definición de la Política Científica del colectivo de Investigación científica de Estrategia y Tecnologías para la obtención de productos químicos de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (González, 2017).

Conclusiones

Es necesario buscar formas de trabajo, en alianza con el sector empresarial, que viabilicen con mejor eficacia, la transferencia de resultados del sector de generación de conocimientos a las empresas de la industria química y fermentativa de la economía nacional.

La investigación científica en las universidades como respuesta a las demandas del desarrollo sostenible local, convierten a las universidades en un valioso recurso intangible para las empresas en su desarrollo prospectivo.

Es factible proponer esquemas de trabajo colaborativo entre los centros de generación de conocimientos y las empresas que posibiliten el desarrollo prospectivo de las

instituciones de los dos sectores a través de un sistema de consultorías innovativas que involucren la aplicación del conocimiento técnico especializado.

Las actividades de posgrado amparadas en las demandas reales prospectivas del desarrollo sostenible empresarial refuerzan el valor intangible de las universidades para su entorno y preferentemente deben virtualizarse y desarrollarse más en los entornos empresariales que en las propias universidades pues refuerza la vinculación de los docentes con las instalaciones industriales.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, R. (2016). Conferencia inaugural Universidad innovadora por un desarrollo humano sostenible: mirando al 2030. Universidad 2016 10mo. Congreso Internacional de Educación Superior. La Habana: MES.
- Medellín Cabrera, E., & Vega González, L. R (2004). Evaluación de Tecnología: Herramienta de Gestión Util para la Transferencia. Conferencia en I Jornadas Iberoamericanas de Absorción (Asimilación) de Tecnologías Empleando Biomasa. La Antigua. Guatemala.
- Stollenwerk, M. F., Baratelli, F., & Dou, L. (1998). Gestión estratégica de la tecnología e inteligencia tecnológica: el caso PETROBRAS. IBERGECIT'98.
- González Suárez, E. (2004). El pulpeo con etanol como alternativa para incrementar la competitividad de fábricas de papel mediante su desarrollo prospectivo integrado a industrias de la caña de azúcar. La Habana: CYTED.
- González Suárez, E. (2017). Política Científica 2017-2020) de la línea de Estrategia y Tecnología para la obtención de productos químicos. Informe a la Comisión de Política Científica. Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., & Miño Valdés, J. E. (2018). El valor intangible de las consultorías desde universidades en el desarrollo de la Industria Química. *Universidad y Sociedad*, 10(4), 97-102. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- González Suárez, E. Concepción Toledo, D. N., & González Morales, V. (2018). El postgrado para el desarrollo local sustentable en el contexto del vínculo universidad empresa. Universidad 2018. La Habana: MES.
- González Suárez, E., Concepción Toledo, D., Martínez Casanova, M., & González Morales, V. (Compiladores). *Colaboración Universidad-Empresa en gestión del conocimiento y la innovación como recurso para el desarrollo local: El Municipio de Agua de Pasajeros*. Santa Clara: Editorial Feijóo.
- González Suárez, N. (2008). Estrategia de reconversión de una instalación de la industria química. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas.
- Medel Pacheco, F. (2005). *Alternativas Técnico Económicas de diversificación del Ingenio San Javier*. Posadas: Gobierno de la Provincia de Misiones.
- Saborido Loidy, J. R. (2018) Conferencia inaugural en La Universidad y la Agenda 2030 de desarrollo sostenible en el centenario de la reforma universitaria de Córdoba. *Visión desde Cuba*. Universidad 2018. La Habana: MES.

Capítulo V: Pertinencia y evaluación de los impactos en las investigaciones científicas de las diferentes áreas del conocimiento

Autores: M.Sc. María de los Ángeles Castillo Dávila, Dr.C. Diana N. Concepción Toledo.

Introducción

El mundo está siendo transformado por dos fenómenos: la nueva revolución tecnológica y la globalización económica. Significa que educar a las personas para que sean capaces de trabajar con el conocimiento es fundamental para las naciones, no solamente para avanzar en actividades de investigación y desarrollo (I+D), también se requiere para que los profesionales calificados sean capaces de usar, transformar y aplicar el conocimiento en la práctica continuamente (Arocena, 2001).

La institución social privilegiada, funcionalmente diseñada y específicamente dedicada a la gestión del conocimiento avanzado es, obviamente, la universidad, aunque, en la actualidad han comenzado a desarrollarse emprendimientos paralelos y alternativos en el ámbito de las empresas, los institutos de investigaciones y los centros de estudio orientados y sustentados con energías de la sociedad civil que, según los casos, pueden recibir algún grado de apoyo y supervisión estatal (Peón, 2003).

Las universidades, plantea Núñez Jover (2006), se destacan en el empeño por dar continuidad a las acciones que aseguran la asimilación de las habilidades inherentes al comportamiento innovativo, por contar a su favor con el poderoso recurso de la educación continua y el posgrado. Es por ello que las actividades de extensión, capacitación, grado y posgrado, se convierten en vehículos importantes de las actividades de ciencia e innovación.

La misión de la universidad y del personal que la conforma, como sucedió en los albores de los tiempos modernos y más tarde con el advenimiento de la Era del progreso y la tecnología, reside en potenciar los procesos de formación humana y profesional, adecuándolos a este nuevo paradigma, para poder enfrentar con éxito los desafíos del presente y los dilemas que nos deparará la sociedad en el futuro.

Así como el nuevo orden impone condiciones al proceso de educación y formación profesional de las nuevas generaciones, este será extremadamente exigente respecto a la competitividad y vigencia de los conocimientos de los profesionales graduados, de ahí que una de las funciones de las universidades sea formar doctores en ciencias.

Desde esta perspectiva se asume en este proceso de formación, la investigación científica como actividad del sujeto en la que tiene su origen una demanda social y la que deberá ser cubierta, total o parcialmente, con la propuesta de un resultado final, dejando evidencias de los impactos de este resultado en la sociedad.

Desarrollo

Es natural que la sociedad se pregunte por el efecto de los resultados de la ciencia y la tecnología en su aplicación práctica, debido al papel estratégico que en el desarrollo de los países estos procesos reportan. La política y la gestión de estas se tornan decisivas para llevar a vías de hecho un crecimiento paulatino de su capacidad de respuesta a las demandas económicas y sociales.

A partir de la década del 60, cuando la ciencia abre nuevas perspectivas analíticas como fenómeno social provenientes de la sociología de la ciencia, el desarrollo de análisis sociohistórico de la tecnología, la economía, la economía de la innovación y el estudio de políticas científicas, es que surge la necesidad de estudiar los impactos que la actividad científico tecnológica provoca en la sociedad.

En este sentido, la construcción de indicadores que reflejen la convergencia de la actividad de ciencia y tecnología con el desarrollo social se convierte en una necesidad particularmente importante para los países en desarrollo. "Si las grandes preocupaciones de la sociedad en los países de la región son la lucha contra la pobreza, el empleo y la productividad, necesitamos indicadores que den cuenta de la contribución de la ciencia y la tecnología a tales objetivos" (Albornoz, 2005).

Aún no se dispone de un conjunto de indicadores globales y normalizados del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad que alcance un amplio consenso y permita caracterizar la situación de un país para realizar comparaciones internacionales como ocurre con los indicadores para medir los recursos de la ciencia o la producción científica. Debe distinguirse de los logros, que son beneficios materiales o espirituales que contribuyen a la calidad de la vida. Corresponde referirse a impactos como la medida de la influencia de estos logros, es decir, de los beneficios económicos, sociales, culturales y ambientales.

Se entiende por impacto el cambio o conjunto de cambios duraderos que se producen en la economía la sociedad, la ciencia y la tecnología y el medio ambiente, mejorando sus indicadores como resultado de la ejecución de acciones de investigación, desarrollo, e innovación (I+D+i) que introducen valor agregado a los productos, servicios procesos y tecnologías (CITMA, 2001).

La categoría impacto se ha distinguido como una unidad importante dentro de los procesos evaluativos, porque su noción se asocia con los efectos que pueden producir la ciencia y la tecnología en determinado sistema social. Puede ser evaluado en tres dimensiones fundamentales: impacto en el conocimiento, el impacto económico y el impacto social.

Los impactos en el conocimiento se miden, habitualmente, a través de técnicas bibliométricas que se basan, específicamente, en las citas recibidas por el documento (publicación científica o patente) en otros documentos. El llamado factor de impacto de las revistas científicas se basa en estas técnicas y generalmente se considera que un artículo que haya sido publicado en una revista con elevado factor de impacto tiene impacto científico, criterio cuestionado por muchos autores, sin embargo, sigue siendo aceptado de manera general.

Se caracteriza por una estrecha relación con los aspectos cognitivos, o sea, a los efectos de determinados conocimientos científicos y tecnológicos sobre la sociedad, cuyo origen es atribuible a la ciencia y a la tecnología. Por ejemplo: perfeccionamiento del sistema educativo, ahorro de energía o el mejoramiento de la salud.

Se analiza desde y en la comunidad científica, entre los mismos agentes generadores y consumidores de conocimientos científicos y se centra en el impacto que ejerce la ciencia sobre la propia ciencia o en el conocimiento. No comprende las dimensiones sociales referidas a la economía, la salud, el medio ambiente, la seguridad social, la pobreza, el empleo entre los principales.

Los impactos económicos están definidos con cierta precisión. Se dispone de indicadores de cuarto nivel normalizados para considerar la balanza de pagos de la tecnología, el comercio de bienes de alta tecnología y, principalmente, la innovación tecnológica. Con ellos se pretende evaluar fundamentalmente los efectos directos de la innovación en la productividad y la competitividad de las empresas y se han asociado con variables como ventas, costos, productividad, empleo.

En cuanto a los impactos sociales, no existe consenso en la práctica internacional actual en la construcción de un sistema coherente de indicadores para su medición. En el plano teórico el tema ha sido relativamente tratado por estudiosos de diferentes latitudes, lo cierto es que la generalidad de los países todavía no expresa la medición del impacto de la actividad científica y tecnológica en la sociedad de forma explícita, en estadísticas e indicadores. Es un tema abordado en época más reciente y adolece aún de metodologías estándares para su medición, debido sobre todo a su complejidad.

Albornoz en la conceptualización del impacto social incluye: el impacto de los conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad, la incidencia de la ciencia y la tecnología en el plano cultural; y la existencia de "redes" o "cadenas" intermediarias entre los centros productores de conocimientos y los actores sociales demandantes; además, el impacto de las políticas de ciencia y tecnología (Albornoz, 2005).

Bajo la noción de impacto social suelen incluirse diferentes cuestiones: impacto de las políticas de ciencia y tecnología; impacto del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad; e incidencia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social entendido éste como el resultado de la aplicación del conocimiento científico y tecnológico en la resolución de cuestiones sociales, enmarcadas en la búsqueda de satisfacción de necesidades básicas, desarrollo social, desarrollo humano o mejor calidad de vida, según el caso (Fernández, 1999).

Dentro de la categoría impacto es necesario señalar contar con los indicadores, que van mostrando los resultados de los impactos en las distintas esferas de la sociedad según sea el caso.

Refiere Sánchez (2006) que los indicadores constituyen una señal que muestra tendencia y herramienta para simplificar, medir y comunicar información. Permite representar un conjunto de datos en el tiempo y visualizar los cambios generados por el accionar del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT) para valorar cómo se ha mejorado en el tiempo para guiar acciones y decisiones.

Lo que no es medible, no es gestionable, si no se evalúa, no hay retroalimentación, no se conocen los resultados, no se identifican los puntos débiles, los puntos fuertes, los ajustes y conexiones para la formulación de política y la puesta en marcha de estrategias. La historia de los indicadores de ciencia y tecnología abarca varios periodos que aportan elementos importantes hasta su evolución hasta la actualidad, aunque siguen limitando los indicadores a aspectos cuantitativos en el análisis de estos fenómenos. (Farías et al, 2009).

Periodo de 1930 a 1960

En 1930 la ex Unión Soviética fue el primer país que utilizó información estadística sobre ciencia y tecnología, con la finalidad de impulsarlas como un recurso al servicio de la nación. Posteriormente, en 1940, los Estados Unidos comenzaron a recopilar los primeros datos estadísticos sobre esta actividad.

Después de la II Guerra Mundial se reconoce el impacto que la ciencia tiene en el desarrollo económico de las naciones, y a iniciativa de los estados dominantes y de algunas instituciones internacionales —como la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), la National Science Foundation (NSF) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)— el tema de los indicadores toma gran fuerza y así, varios países llevan a cabo sus propias estadísticas. Las diversas metodologías de obtención de datos, resultan incomparables entre unos y otros estados debido a la diferencia de conceptos y criterios utilizados.

Década de los años sesenta

En este periodo se destaca el trabajo de instituciones norteamericanas privadas como el Institute for Scientific Information (ISI), Computer Horizon Incorporation, entre otros, que han desarrollado técnicas y métodos de análisis de la ciencia.

En 1963 la OCDE edita el primer manual de lo que después se conocería como la Familia Frascati, destinado a describir el método a seguir para realizar encuestas que permitieran obtener datos sobre el personal dedicado a la investigación y al desarrollo experimental (OCDE, 1963).

Década de los años ochenta

En la mayoría de los países europeos se generaliza la tendencia de evaluar el impacto de la ciencia y la tecnología con el inicio de las operaciones de las agencias dedicadas a la evaluación de tipo variado. En Reino Unido, Holanda y Francia, se centraron en el análisis de indicadores de salida, en Australia se impulsa la producción de indicadores específicos para cada institución de investigación, apoyada por el Australian Research Council (Velho, 1994).

Asimismo, la OCDE publica un Suplemento del Manual de Frascati, destinado a medir los resultados en la enseñanza superior y a la preparación de estadísticas de investigación y desarrollo.

Década de los años noventa

En 1990 la OCDE publica el Manual de la Balanza de Pagos Tecnológicos (BPT), (proporciona pautas para analizar las transacciones comerciales relacionadas con el conocimiento científico y tecnológico de un país con el resto del mundo) y en 1992 la presenta el Manual de Oslo (sistematiza las mediciones).

Posteriormente en 1992, se inicia el empleo de un modelo interactivo de relación en cadena del proceso de innovación, el cual destaca el papel que los gobiernos pueden representar para promover la innovación a través del tejido económico.

En 1994 el Manual de Patentes mide las transferencias de tecnología a los sectores productivos mediante el registro de patentes y se incorpora a esta línea de trabajo, completando así a la Familia Frascati.

En 1995 se publica un trabajo conjunto entre la OCDE y Eurostat. El Manual de Camberra define un marco teórico que sirve de guía para recopilar datos estadísticos comparables internacionalmente en relación con la existencia y demanda de personal dedicado a ciencia y tecnología.

Constituyen el termómetro que miden la salud del SCIT en un país, mostrando su evolución en el tiempo, detectando fortalezas o carencias, y permitiendo la comparación internacional; siempre con el objetivo de ser una ayuda para la toma de decisiones en políticas científicas y tecnológicas.

En resumen, estos indicadores se centran en buscar información estadística sobre ciencia y tecnología: describir el método a seguir para realizar encuestas que permitan obtener datos sobre la actividad experimental, recopilar datos estadísticos comparables internacionalmente en relación con la existencia y demanda de personal dedicado a ciencia y tecnología, medir las transferencias de tecnología a los sectores productivos mediante el registro de patentes y medir los resultados en la enseñanza superior.

Estos indicadores apuntan a aspectos cuantitativos del impacto de la ciencia y la tecnología en la sociedad en tanto mide la cantidad de patentes, doctores y masters formados en las universidades, personal que se dedica a la investigación, entre otros aspectos de interés.

Precisamente, aquí está el sesgo del positivismo al centrarse en la búsqueda del dato, sin cuestionarse ni medir el impacto que sobre la sociedad tienen estos indicadores. Con ello se corrobora la necesidad de tener en cuenta indicadores sociales que puedan medir el impacto del fenómeno de la ciencia y la tecnología en la sociedad.

La Red Iberoamericana e Interamericana de Ciencia y Tecnología (RICYT), ha elaborado propuestas para formular indicadores que midan no solo los aspectos cuantitativos, sino los beneficios recibidos por la sociedad civil, de ahí que el reto actual consista en elaborar indicadores que hagan posible una evaluación específica del modo en que el gasto

público en ciencia y tecnología produce una mejora social en el marco del sistema ciencia- tecnología- sociedad (López Cerezo, 2002).

Con esta propuesta se establecerían indicadores generales que permitan medir el impacto de la ciencia y la tecnología no solo hacia la ciencia misma, sino a una mejora social: científicos, metodológicos, económicos, tecnológicos, medioambientales culturales, sociales.

Impacto científico

- A. Aumento del personal de ciencia e innovación tecnológica con grados científicos y maestros.
- B. Aporte a la disciplina científica (Lo que aporta su investigación a la ciencia que investiga).
- C. Nivel de socialización (masividad) del conocimiento
- D. Nivel de divulgación.
- E. Nivel de popularización.

Impacto metodológico - organizativo de ciencia y tecnología

- A. Aumento de los proyectos de I+D organizados y ejecutados.
- B. Aumento de las relaciones horizontales entre los actores del SCIT.
- C. Correspondencia de las investigaciones científicas con las demandas de la sociedad.
- D. Nivel de recalificación de personal.
- E. Nivel de actualización de la información científica técnico en los centros o áreas facilitadoras de la misma.
- F. Proceso de captación y desarrollo de la reserva científica.
- G. Creación de metodologías para resolver problemas de la sociedad desde cualquier ciencia.

Impacto económico

- A. Aumento de la eficiencia del proceso productivo o de servicio (%) respecto al año anterior.
- B. Aumento de la eficiencia de comportamiento del transporte: (Respecto al año anterior) (Visto hacia la empresa, centro u organismo).
- C. Aumento de los rendimientos productivos (%) respecto al año anterior.
- D. Disminución de los costos por peso de producción mercantil.
- E. Aumento del nivel de competitividad en el mercado.
- F. Aumento del ahorro de divisas por concepto de sustitución de importaciones con producto de valor agregado o ampliado por concepto de I+D+i.
- G. Incremento del total de activos fijos puestos en explotación.
- H. Aumento de la utilidad del año antes del impuesto por concepto de I+D+i.

I. Aumento del efecto económico del Plan estatal de generalización.

Impacto tecnológico en la industria y los servicios.

- A. Calidad de la producción
- B. Velocidad del proceso de producción (reducción de tiempo)
- C. Flexibilidad para producir.
- D. Valor del producto.
- E. Introducción de la mecanización y la automatización.
- F. Introducción de patentes.
- G. Nivel de la tecnología introducida (medida de la amplitud actualidad de la información sobre tecnología a introducir. Ejemplo: Nanotecnologías)
- H. Nivel de introducción del proceso de tratamiento al Medio Ambiente (Ejemplo: Producciones más limpias y tecnologías del reciclaje)
- I. Grado de aplicación de la "informatización" y las "comunicaciones".
- J. Otras transferencias de tecnologías.

Impacto científico-tecnológico en el medio ambiente

- A. Disminución de la carga contaminante dispuesta al medio ambiente, que se evidencia en mejor calidad de las aguas terrestres y marinas en T/Año.
- B. Incremento en % de la cobertura de agua potable en el sector urbano y rural, haciendo énfasis en la conexión domiciliaria (este aspecto debe verse también hacia dentro de la empresa o centro)
- C. Incremento en % de la cobertura de saneamiento a través de sistema público de alcantarillado y fosas-letrinas.
- D. Disminución de los problemas ecológicos en sentido general que permitan la sostenibilidad, ambiental y social.

Impacto cultural

- A. Cultura y valores (industria cultural, creencias, valores, normas y comportamiento) tiene que ver con los procesos de divulgación y popularización (procesos culturales que tienen estrecha relación con la efectividad social de la ciencia).

Impacto social

- A. Impacto de las políticas de ciencia y tecnología. Tiene origen en la evaluación de políticas, su extensión al campo de la ciencia y la tecnología genera la expresión impacto de las políticas ciencia y tecnología en la sociedad.
Cuestiones tales como el aumento de personal con doctorado, o descenso de la tasa de emigración de científicos, pueden ser incluidas en el análisis -y aún en la construcción de indicadores- al definir el impacto social en relación a las políticas aplicadas en el sector.

B. Impacto del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad. Se caracteriza a los impactos en su más estrecha relación a los aspectos cognitivos, aludiendo a los efectos de determinados conocimientos científicos y tecnológicos sobre la sociedad. Se toma como punto de partida una definición de impacto de uso frecuente: el cambio en las condiciones sociales (por ejemplo: seguridad de los automóviles, conservación de la energía, mejoramiento de la salud) cuyo origen es atribuible a la ciencia y a la tecnología.

Tras la simplicidad de esta definición se oculta el carácter complejo de las vinculaciones entre conocimiento y cambio social. Si bien los descubrimientos científicos y las innovaciones tecnológicas redefinen los límites entre lo posible y lo imposible en la sociedad actual, no garantizan a pesar de la implementación de una práctica social.

C. Incidencia de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social. Esta es el resultado de muchas otras determinaciones, además de los componentes científicos y tecnológicos.

Al hacer un resumen sobre las dimensiones sociales sobre las que impacta la ciencia y la tecnología, se puede referir:

- ✓ La economía
- ✓ La política
- ✓ La comunidad (en términos de sociedad civil)
- ✓ Los dominios institucionales especializados (salud, educación, ley, bienestar social, seguridad social)
- ✓ Los individuos y población (actitudes públicas hacia la ciencia, percepción, variables demográficas)
- ✓ La participación ciudadana para la elaboración de políticas públicas
- ✓ La sustentabilidad ambiental
- ✓ La cultura, valores
- ✓ La disminución de la brecha social y digital

Las acciones basadas en la ciencia y la tecnología son condiciones necesarias, pero no suficientes, para ciertos tipos de cambios o innovaciones sociales. Para aplicar la definición de impacto mencionada se requiere:

- a) una teoría que apoye la atribución de origen de un cambio social en la ciencia y la tecnología.
- b) una herramienta de análisis que permita evaluar en qué medida la ciencia y la tecnología participan en la generación de dicho cambio.

A pesar de que el camino esté lleno de incertidumbres y desafíos, fundamentalmente por los problemas conceptuales que implica la medición de impactos y, de manera especial, de los impactos sociales, conocer el impacto de los resultados de la ciencia y la tecnología a escala de un país, un sector de la economía, o un territorio "constituye un

elemento de gran utilidad para apoyar la toma de decisiones en política científica y tecnológica, en materia de aseguramiento de recursos y desarrollo de infraestructura, establecimiento de prioridades y evaluación de esta esfera de actividad". (Chía y Escalona, 2002)

Estas razones constituyen fundamentos esenciales para evaluar la pertinencia de los impactos de la ciencia y la tecnología de los resultados de las investigaciones que se realizan en los procesos de formación de los doctorandos en las diferentes ramas del saber. En la medida que el investigador reflexiona desde el inicio del proceso investigativo sobre los posibles impactos y su posible evaluación, permitirá realizar pronósticos que orienten a los decisores de las políticas públicas acerca de las acciones a tomar.

Cuba necesita la evaluación de impacto de los resultados científicos para orientar el desarrollo de sus comunidades, rectificar la dirección de la gestión de la ciencia en función del desarrollo social, lograr una mejor gobernabilidad, la toma de decisiones, e igualmente, para determinar cómo han sido las acciones precedentes y mejorar la calidad de las acciones futuras (CITMA, 1997).

La pertinencia de la investigación científica emergerá en la medida que los resultados de la ciencia y la tecnología se encuentre en armonía con las demandas establecidas como punto de partida de este proceso y lograrán un verdadero impacto cuando se logre satisfacer esta necesidad, dejando huellas palpables en la sociedad.

Referencias bibliográficas

- Albornoz Estébanez, M.E. (2005). Alcances y limitaciones de la noción de impacto social de la ciencia y la tecnología. Revista CTS, 2(4), 73-95.
<http://www.scielo.org.ar/pdf/cts/v2n4/v2n4a05.pdf>
- Arocena, R. (2001). América Latina, la investigación y el mundo, ciencia al día internacional, 4 (1), 1-10.
<https://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen4/numero1/articulos/articulo1.html>
- Cuba, Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (1997). Esquema de indicadores del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica. En: Documentación complementaria sobre el Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica.
- Cuba, Ministerio de ciencia, tecnología y medio ambiente (2001). Indicaciones para la inclusión de las Nomenclaturas de Impacto en las Delegaciones del CITMA, Dirección de Tecnología e Innovación.
- Chiá, J., Escalona, C. (2002). La medición del impacto de la ciencia, la tecnología y la innovación en Cuba: análisis de una experiencia. Revista Iberoamericana de

- Ciencia, Tecnología y Sociedad. 5(13).
<https://www.redalyc.org/pdf/924/92415269005.pdf>
- Farías, E. A. y Lozano, A. (2009). Desarrollo histórico de los indicadores de Ciencia y Tecnología, avances en América Latina y México. Revista Española de documentación científica. 32 (3), 119-126.
<https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/489>
- Fernández Polcuch, E. (1999). La medición del impacto social de la ciencia y la tecnología. Documento presentado en el IV Taller Iberoamericano/Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, RICYT, México.
- López Cerezo, J.A. y Lujan, J.L. (2002). Observaciones sobre los indicadores de impacto social. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación, 3, mayo-agosto.
https://www.researchgate.net/publication/28064550_Observaciones_sobre_los_indicadores_de_impacto_social
- Núñez (2006): Gestión, Impacto y Aseguramiento de la calidad de los programas de posgrado. Conferencia al Seminario Iberoamericano de Posgrado. Medellín. Colombia, 30 y 31 de octubre de 2006
- OCDE (1963). Propuesta de norma práctica para encuestas de investigación y desarrollo experimental.
- OCDE (1995). Manual de Canberra. Organización para el desarrollo y la cooperación económica. <https://docplayer.es/1388218-Manual-de-canberra-ocde-recursos-humanos-en-c-y-t-rhct.html>
- OCDE. (1994). Manual de estadísticas de patentes de la OCDE. https://www.oepm.es/export/sites/oepm/comun/documentos_relacionados/Publicaciones/monografias/manualEstadisticas.pdf
- Peón, C. E. (2003). Peón C. E. (2003): Los sistemas de Educación Superior en la Sociedad del conocimiento. <https://www.educ.ar>
- Sánchez-Torres, J.M. (2006). Propuesta metodológica para evaluar las políticas públicas de promoción del e-government como campo de aplicación de la Sociedad de la Información. El caso colombiano. Tesis Doctoral, Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Velho, L. (1994): Indicadores científicos: aspectos teóricos y metodológicos. En Martínez, E. (ed.), Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas. Nueva Sociedad. Caracas. UNESCO.

Capítulo VI. Sobre la determinación de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología. El método en la investigación científica

Autores: María Teresa Vila Bormey, Rafael Plá León

Introducción

Investigar sobre la ciencia es un objetivo que comparten hoy disciplinas muy diversas como la historia de la ciencia, la sociología de la ciencia, la filosofía de la ciencia, todas de larga tradición. Sobre todo, a partir de los años 60 se han realizado diversos esfuerzos por integrar los estudios sociales de la ciencia y la tecnología en una perspectiva interdisciplinaria que ha recibido diversas denominaciones “*Science Studies*”, “Ciencia de la ciencia”, “Cienciología” (esta tuvo un auge significativo en la URSS y demás países socialistas europeos); “*Science and Technology Studies*”, “*Science, Technology and Society*” y otros. En idioma español se ha acuñado preferentemente la noción de “Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad” (CTS).

Refiere Jorge Núñez Jover que, en torno a la segunda guerra mundial, los estudios sobre ciencia y tecnología recibieron gran impulso en los principales países industrializados. Los megaproyectos de la bomba atómica y el radar fueron poniendo las bases para pasar a lo que se llamó *Big Science*. Esto hizo evidente la necesidad de formar especialistas aptos para la gestión de esos proyectos. Las universidades norteamericanas atendieron prestas a esa necesidad que planteaba el mercado, incorporándose a la formación de gestores en ciencia y tecnología.

Junto a ello, en los años 60 se habían acumulado numerosas evidencias de que el desarrollo científico y tecnológico podía traer consecuencias negativas a la sociedad debido a su uso militar, el impacto ecológico u otras vías, por lo cual se fue afirmando una preocupación ética y política en relación con la ciencia y la tecnología que marcó el carácter de los estudios sobre ellas. (Núñez, 2007, 8)

Además de los problemas generados por el tema de los impactos, se han desarrollado aspectos de larga tradición filosófica referidos a las relaciones entre la ciencia, la técnica y la tecnología, por un lado, y, por otro, los saberes empíricamente obtenidos. La perspectiva introducida por los estudios de CTS se caracteriza por el enfoque social de todos esos problemas, lo que ha permitido darles concreción y resolver muchos de los conflictos que distanciaron la cultura humanista y la científica en relación con la técnica. De ahí que en todos los estudios de CTS que abordan la ciencia como fenómeno se coincide en que:

[...] la ciencia y la tecnología son procesos sociales profundamente marcados por la civilización donde han crecido; el desarrollo científico y tecnológico requiere de una estimación cuidadosa de sus fuerzas motrices e impactos, un conocimiento profundo de sus interrelaciones con la sociedad. (Núñez, 2007, 9)

Todo ello determinó el incremento extraordinario de los estudios CTS y su institucionalización creciente a través de programas de estudio e investigación en numerosas universidades, sobre todo de los países desarrollados y también en Cuba.

Dos perspectivas fundamentales se han presentado: una desde la tradición española, más sociológica, en pos del esclarecimiento de las causas gnoseológicas de los procesos de la ciencia; la otra, la norteamericana, ha buscado incidir más en los resultados prácticos o impactos desde una perspectiva compensatoria de los daños o efectos negativos, una vez que ya han tenido lugar.

En la Unión Soviética y en los países de Europa del este proliferaron los estudios acerca de los problemas filosóficos de la ciencia y la tecnología, donde también se ventilaban estos problemas, relacionándolos con la cultura filosófica que les daba fundamento.

En Cuba comenzaron a tomar auge estos estudios a raíz de la crisis del marxismo y el socialismo en el contexto internacional, ya que estos estudios son una aplicación lógica del marxismo al análisis de la ciencia. Es obvio que ninguna de las dos primeras tendencias es absoluta, que la tercera era muy aprovechable, y que desde sus respectivas lógicas podrían complementarse en determinadas condiciones. No siempre basta, si no existe la voluntad política adecuada, compensar por los daños ocasionados, ni es suficiente contentarse con el conocimiento de las causas, los por qué y los cómo sin incidir en su solución.

Los problemas de voluntad política exceden con frecuencia las posibilidades de una persona o comunidad científica, aunque se puedan gestionar soluciones; y no compensan siempre la necesidad de cambios más radicales de la sociedad. Por tanto, la identificación y análisis de los problemas sociales de la ciencia no sustituye los análisis sociales o políticos de la sociedad, ya que las condiciones socio-políticas generales influyen decisivamente en el éxito de las propuestas sobre ciencia y tecnología. Pero estos estudios no son despreciables en sentido específico, menos aún donde hay voluntad política para ello.

Por eso, con el paso del tiempo, se pasó a defender el análisis de problemas específicos en detrimento de planteos más globales, aunque estos no hayan dejado de existir. En gran medida el abordaje de los problemas sociales permitió ir resolviendo las dificultades que se presentaban a partir del divorcio de las dos facetas de la cultura (la científica y la humanista). Por eso, en la mayoría de los textos sobre ciencia, tecnología y sociedad se suscribe la idea que Núñez Jover resume:

[...] los problemas de la ciencia y la tecnología se examinarán como procesos sociales, como dimensiones de la totalidad social. Para estos fines las diferentes definiciones de ciencia y tecnología no son de igual utilidad. Necesitamos proveernos de conceptos amplios cuya riqueza permita el énfasis social que nos interesa. (Núñez, 2007, 15)

Se coincide en la mayoría de los textos sobre la influencia de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad, en partir de las diferencias y la no coincidencia entre ciencia, técnica y tecnología a partir de la relación con el elemento teórico presente en la primera y en la

tercera, no siempre en la segunda; apoyado por el divorcio entre la cultura científica y la humanista, de larga data y registrada por la historia del pensamiento filosófico y social:

[...] el concepto de ciencia –continúa Jorge Núñez– se suele definir por oposición al de técnica, según las diferentes funciones que ellas realizan. En principio la función de la ciencia se vincula a la adquisición de conocimientos, al proceso de conocer, cuyo ideal más tradicional es la verdad, en particular la teoría científica verdadera. La objetividad y el rigor son atributos de ese conocimiento. // La función de la técnica se vincula a la realización de procedimientos y productos, al hacer cuyo ideal es la utilidad. La técnica se refiere a procedimientos operativos útiles desde el punto de vista práctico para determinados fines. Constituye un saber cómo, sin exigir necesariamente un saber por qué. Ese por qué, es decir, la capacidad de ofrecer explicaciones, es propia de la ciencia. (Núñez, 2007, 16)

Lo que caracteriza la ciencia, a diferencia de otros tipos de actividad intelectual, es la investigación. Jorge Núñez refuerza esa representación: “Esa utilización de los resultados precedentes, su modificación permanente, el cruce de informaciones, modelos, es lo que constituye la ciencia en una tradición acumulativa de conocimientos y prácticas”. (Núñez, 2007, 18)

El problema científico no es, por tanto, idéntico al problema o necesidad práctica que se desea resolver, aunque parta de este. O sea, los aportes en la técnica obtenidos empíricamente adquieren un status de ciencia cuando son capaces de explicarse formas de hacer la misma cosa y fundamentarse científicamente desde diversas áreas del conocimiento.

Otro tanto sucede con las investigaciones de carácter empírico (obtención de datos) que hoy corren a cargo de determinadas ciencias, dado la complejidad de la tarea de obtener datos actualmente. Su cientificidad se prueba cuando logra someter a examen racional el proceso mismo de obtención de esa información y confrontarlo con otros modelos de obtención de la misma, puesto que esto influye en su generalización.

Los aspectos que señala como constitutivos de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología son, por tanto, más amplios: abarca sus características culturales, sus rasgos epistemológicos, los conceptos éticos que la envuelven y su metabolismo con la sociedad. Ello implica que incluso determinadas características de la ciencia desde el punto de vista cognoscitivo deban ser vistos como resultado del condicionamiento social de la ciencia, se pudiera agregar.

Se puede hablar de la ciencia como actividad de producción de conocimientos, que acumula una tradición de técnicas de trabajo, de conocimientos, de circulación o consumo de teorías científicas, pero hoy es imposible despreciar la influencia de las condiciones sociales, materiales en primer lugar, en el predominio de unos u otros métodos, en el estado del arte de las ciencias mismas.

A ello se suma que, a partir de la revolución industrial, se habla también del proceso inverso caracterizado por Marx, es decir, de la transformación de la ciencia en *fuerza*

productiva directa.³ Actualmente la tecnología se asocia a la convergencia de las tecnologías de la información, la biotecnología, y la generación de procesos tecnológicos en redes (sociales) de desarrollo a partir del conocimiento, lo que se entiende como “tecnociencia”. Por tanto, el elemento social es aún menos despreciable.

La misión central de estos estudios de ciencia, tecnología y sociedad ha sido definida así por Cutcliffe, autor citado por Núñez Jover:

Exponer una interpretación de la ciencia y la tecnología como procesos sociales, es decir, como complejas empresas en las que los valores culturales, políticos y económicos ayudan a configurar el proceso que, a su vez, incide sobre dichos valores y sobre la sociedad que los mantiene. (Núñez, 2007, 9)

Sin embargo, hasta aquí no se abordan problemas sociales concretos de la ciencia y la tecnología, ya que son textos de carácter más metodológicos sobre los propios estudios de ciencia y tecnología, que constituyen ya de por sí un campo específico de estudios.

Por eso se diferencia la técnica de la tecnología. Esta última se presenta como conjunto de técnicas generadas desde el conocimiento de la ciencia, y no tanto desde los “quehaceres” empíricamente producidos; e incluye, entonces, aspectos tales como: el cognoscitivo, el organizacional, el técnico y el cultural. La llamada “tecnociencia” ha tratado de dar solución a los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología desde el estado actual de ciencias como la informática y la biotecnología. Pero esto no ha agotado los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología.

En general, a partir de que existe la tecnología –producción a escala industrial de técnicas interrelacionadas y generadas desde el conocimiento– se hace imposible entonces separar lo científico y lo tecnológico de lo social, tratando de maximizar los beneficios en este último sentido, y minimizando los riesgos.

La tecnología, como se ha dicho, no es simplemente una técnica aislada, sino un conjunto de técnicas y procedimientos que nacen de la aplicación interconectada de diferentes ciencias. Desde el punto de vista de los elementos a los cuales están incorporados los conocimientos tecnológicos, estos se pueden clasificar en diferentes tipos:

- están los incorporados en objetos (*hardware*): materiales, maquinarias, equipos;
- los incorporados en registro (*software*): procedimientos, manuales, bancos de datos;
- los incorporados en el hombre (*humanware*): conocimientos, habilidades;

³ “El desarrollo del capital fijo –explica Marx– indica el grado en el cual la ciencia social en general, el saber, han devenido una *fuera productiva inmediata*, y, por consiguiente, hasta qué punto las condiciones del proceso vital de la sociedad son sometidas al control del conocimiento general y llevan su sello; hasta qué punto las fuerzas productivas sociales no son producidas únicamente bajo la forma del saber, sino también como órganos inmediatos de la praxis social, del proceso vital real”. (Marx, 1970, I, 199)

- y los incorporados en instituciones (*orgware*): estructuras y formas organizativas, interacciones, experiencia empresarial.

Por su parte, desde el punto de vista de la fase o el momento en que se aplican las tecnologías pueden clasificarse como:

- a) *Tecnologías de producto*: normas y especificaciones relativas a la composición, configuración, propiedades o diseño mecánico, así como los requisitos de calidad que debe cumplir un bien o servicio;
- b) *Tecnologías de proceso*: condiciones, procedimientos y detalles necesarios que combinan insumos y medios básicos para la producción de un bien o servicio, (incluye manuales de proceso, de planta de mantenimiento, de control de la calidad, balance de material y energía entre otros);
- c) *Tecnología de distribución*: normas de procedimientos y especificaciones sobre condiciones de embalaje, de almacenamiento (temperatura, humedad, tiempo máximo de almacenaje y forma del mismo entre otro) de transporte y de comercialización.

Esto no significa que sea la única forma de producción de conocimientos y de técnicas. Socialmente la tecnología coexiste en nuestras sociedades con la producción de “saberes” y técnicas de origen empírico, conocimientos no sistematizados ni explicados necesariamente, generadores de técnicas en una relación compleja de “explotación” sobre todo de la segunda por la primera, que completa el cuadro actual de los aspectos sociales de la ciencia y la tecnología (Conner, 2009).

Concepciones sobre el desarrollo científico-técnico

Ante un fenómeno como la tecnología, coexistente con la técnica y con los saberes de diverso tipo, es necesario esclarecer las ideas imperantes sobre el desarrollo científico-técnico. Hoy considera que ha habido aproximadamente cinco revoluciones científicas, asociadas todas a la irrupción de alguna técnica capaz de modificar las relaciones sociales, y no solamente un cambio de técnica.

De ellas, la cuarta se asocia a la informatización que arrancó en los años '70; y la actual, a la convergencia de las tecnologías de la información, la biotecnología, y la generación de procesos tecnológicos en redes de desarrollo a partir del conocimiento, la conocida como “tecnociencia”, ya mencionada más arriba.

Todo esto ha llevado en casi todo el mundo a fuertes inversiones en investigación e innovación para el desarrollo, ya que el conocimiento se ha reconocido como un valor intangible agregado a los productos, independientemente de que el alcance o impacto de esta última revolución tecnológica mencionada no es vista siempre como positiva. El actuar del conocimiento de diversas ramas como algo incorporado a la tecnología sí lo es.

Circulan hoy concepciones sobre el desarrollo tecnológico que toman en cuenta las diferentes revoluciones científicas y sus consecuencias sociales; es decir, que ven el desarrollo como un subsistema dentro del sistema medioambiental.

Según Delgado Ramos (2011), se trata de confrontar la noción contemporánea de modernidad y sus implicaciones, a través de la comprensión del desarrollo tecnológico como simple *decrecimiento del consumo y respeto de las leyes ambientales locales* por parte de algunos sectores avanzados de los países desarrollados. En este sentido, apunta a varias formas de entender esa noción del decrecimiento, en las que destacamos las siguientes:

1. *Concepciones culturalistas* que proponen no seguir los modelos de ciencia y técnica de Estados Unidos y Europa, sino generar los propios.
2. *Concepción ecologista* de renuncia a la ciencia y la técnica y su sustitución por el amor a la vida simple (ecologismo profundo, buen vivir, ecologismo del sur).
3. Concepción subjetivista del sentido de la vida, que da un peso prioritario a la actividad espiritual y a la simplicidad de la vida. (Delgado, 2011, 199)

Se plantea, sin embargo, que las dos primeras concepciones no logran el resultado de romper el imperialismo tecnológico y tornan vulnerable el desarrollo científico de los países del tercer mundo, al convertirlos en simples maquiladores científicos (adaptaciones de la ciencia mundial a las necesidades locales que genera dependencia tecnológica) que significa que, a la larga, la tercera posición es inviable y que si se da en la realidad, propicia una de las dos anteriores. Al mismo tiempo, el desarrollo científico-técnico muestra que sus impactos son universales, por lo que se hace difícil sostener una posición independiente a ultranza. (Delgado, 2011)

Se propone, entonces, una variante que propicie el *desarrollo endógeno*, en la cual el desarrollo subsidiario de los países del tercer mundo se erija en plataforma para el desarrollo propio, lo que necesita de una potenciación de las políticas nacionales para la ciencia y determinado cuidado a la hora de evaluar las relaciones clasistas de las cuales no están exentas las naciones en su interior, ya que se sabe que la dominación internacional del capital (no las relaciones internacionales de horizontalidad, que sí son positivas) se lleva a cabo con ayuda de las oligarquías nacionales. (Delgado, 2011, 188-196)

En el caso de Cuba, existen políticas científicas e instituciones que se ocupan de ese desarrollo científico-técnico y lo norman; sin embargo, las propuestas de incluir los aspectos sociales en muchos países resultan de una actividad de científicos representantes de organizaciones no gubernamentales; por lo tanto, no es igual el manejo de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología en uno y otro caso. Analizar esos problemas tal como ellos se presentan en una ciencia concreta, en un problema científico específico, contribuye a estrechar las relaciones de las dos culturas: la científica y la humanista, las cuales han tenido desarrollos no solo independientes, sino en ocasiones antagónicos.

¿Qué se puede trabajar en calidad de problemas sociales de la ciencia y la tecnología?

Los problemas sociales de la ciencia y la tecnología emergieron como un desarrollo de la relación que establece la ciencia con los valores éticos, así como la de la ciencia con la política (el derecho como moral legislada), que se refiere a la ciencia como valor, y a los principales valores del científico.

En el caso de los problemas sociales de la ciencia, la bibliografía se orienta al cuestionamiento del impacto de la ciencia y la tecnología en la naturaleza, la sociedad y en la propia actividad del hombre mismo, incluida la ciencia y sus valores cognoscitivos. Las formas y campos principales de la tecnología donde se da esa relación son las siguientes: en la *informática* (creación de virus, inmoralidad de la piratería cibernética, etc.); en la *medicina* (clonación, eutanasia, prolongación artificial de la vida, la relación médico-paciente en general, calidad de la atención, etc.); en la *física nuclear* (armamentos, contaminación radiactiva); en la biotecnología (alimentos transgénicos y semillas transgénicas); en procesos o tecnologías sociales y económicas (afectaciones a la diversidad cultural y a las habilidades humanas); en la propia ciencia, según incida en los métodos, transdisciplinariedad, interdisciplinariedad, formas de aplicación y relaciones con la práctica; en la política y el derecho, a través de la formación de las políticas públicas y legislaciones respecto a estos procesos.

Generalizando el espectro de los problemas sociales de la ciencia y la tecnología, Castro Díaz-Balart ha planteado como tales las relaciones que se establecen entre ciencia e industria, entre ciencia y militarización, entre ciencia, política y poder, entre ciencia y ética, entre ciencia y educación, entre ciencia y medio ambiente, entre ciencia y propiedad intelectual, entre otros, siendo a su juicio el de la propiedad sobre el conocimiento y la tecnología el principal problema a resolver. (Castro Díaz-Balart, 2006, 33)

En el pensamiento cubano sobre ciencia y tecnología se han agregado otros problemas a partir de los años '90, con la influencia del pensamiento latinoamericano. Serían estos los problemas de la relación entre los siguientes aspectos:

- 1) Ciencia-cultura, en sentido de preservación de la diversidad cultural y las tradiciones de saberes ancestrales,
- 2) Ciencia-bioética, en dimensión tanto para el sur como para los países desarrollados,
- 3) Ciencia y problemas de género,
- 4) Ciencia y propiedad intelectual.

Por ello se debe profundizar en algunos de estos problemas que han marcado la pauta de los llamados problemas sociales de la ciencia y la tecnología.

Un problema específico, pero general: ciencia y ética. La verdad como valor científico y el carácter social de la ciencia como actividad

Núñez Jover introduce una discusión fundamental para la interpretación teórica de la ciencia: lograr una visión equilibrada de la relación entre el compromiso social y la honestidad intelectual en la ciencia, ya que estas dos culturas paradójicamente han discurrido de manera separada como consecuencia del propio desarrollo contradictorio de la ciencia y la tecnología: la cultura científico-tecnológica y la humanista. Una enorme masa de literatura filosófica da cuenta de esa dicotomía.

Siguiendo a Agazzi (1996), Núñez expone el problema desde las tradiciones marxistas sobre el desarrollo de la ciencia. La cuestión ha sido concretada por dicho autor en diferentes aspectos en que puede presentarse, permitiendo verlo más claramente, ya que, producto de la división social del trabajo, la ciencia y la técnica se presentaban como actividades separadas entre sí.

Para él, hay que discernir entre varios sentidos fundamentales de la neutralidad científica (“desinterés”, “independencia de prejuicios”, “no estar al servicio de intereses”, “libertad de condicionamientos”, o “indiferencia respecto a fines”). En esta perspectiva, la ciencia es una actividad institucionalizada, permeable a los valores e intereses sociales y no puede ser neutral. En relación con ello Núñez afirma con Agazzi: “se ha de concluir que la ciencia no puede ser neutral como actividad, mientras lo es y debe serlo como saber”. (Núñez, 2007, 150)

La ciencia es actividad y es saber. Ni lo uno ni lo otro por separado. Los límites entre ambas expresiones de la ciencia solo pueden reconocerse con un propósito analítico. Sin embargo, como se verá de inmediato, esa distinción puede ser útil para explorar los diferentes sentidos de neutralidad antes mencionados. Esta precisamente era la clave del conflicto ético que fundamentaba el divorcio de las culturas científica y humanista. La primera, defensora de la verdad a ultranza; la segunda, defensora de los valores humanos.

La actividad científica es inexplicable al margen de los intereses sociales. Esos intereses se expresan, por ejemplo, en el financiamiento de la ciencia, en las prioridades que para la ciencia se establecen. Esos intereses, sin embargo, no deben negar el interés por producir conocimiento objetivo, los intereses propiamente cognoscitivos que favorecen la objetividad, ya que solo en tal caso hay ciencia, es decir, producción de saber.

Los intereses que intentan instrumentalizar la ciencia y ponerla al servicio de los más variados fines, requieren del conocimiento objetivo que haga de la ciencia un saber útil. Solo la división social del trabajo hace de ambos valores una oposición. Las políticas científicas, los programas de investigación, las instituciones que articulan el trabajo científico no son neutrales respecto a los fines sociales que les dan vida, pero ello no hace del conocimiento obtenido la expresión de un interés económico o político particular, sino universal para determinadas condiciones, aunque su utilización sí suele subordinarse a ellos.

La idea de neutralidad como “independencia de prejuicios” lleva a plantearse el problema de la objetividad del conocimiento. Aceptando la importancia de los condicionamientos sociales de la ciencia habría que encontrar entonces un criterio para lograr la ansiada objetividad científica. El mérito de Jorge Núñez Jover reside en concretar entonces una solución que se aleja de la teoría de los paradigmas de Thomas Kuhn: la construcción de un saber objetivo exige la disposición permanente a discutir los prejuicios que informan las conclusiones científicas y a través de ello es alcanzable un grado razonable de neutralidad. Esta idea no anula completamente la existencia de determinados “paradigmas” o modelos científicos, pero pasan a primer plano el carácter social del quehacer científico y la necesidad de la crítica *científica* como uno de sus elementos esenciales. Esta última tiene que ver con el establecimiento de los límites de la validez del conocimiento obtenido y de sus implicaciones, lo que la hace válida universalmente. Desde luego que intereses muy diversos pueden penetrar el conocimiento científico; la honestidad intelectual debe constituir un antídoto para imponer límites a esa tendencia. La neutralidad puede interpretarse también como “libertad de condicionamientos”. La actividad científica está siempre sometida a condicionamientos; ellos definen prioridades, financiamientos, obstáculos. No se produce conocimiento en cualquier dirección y con pareja celeridad en todas las áreas, pero el conocimiento de estos evita que el interés propiamente cognoscitivo sea excluido de los condicionamientos aceptables para la promoción de la actividad científica.

De ahí el problema ético que afecta como un primer aspecto social a la ciencia en sí misma y puede estar presente en cualquier ámbito de su desarrollo. La ciencia guarda siempre un compromiso social, por lo que los colectivos que aceptan o promueven la ciencia pueden y deben preguntarse en referencia a qué valores sociales, a qué prioridades e intereses desarrollarán su actividad. Por tanto, los problemas generados por esta relación constituyen problemas sociales de la ciencia y la tecnología siempre presentes.

Por tal razón, Fidel Castro Díaz-Balart analiza las contradicciones que mueven la ciencia y se expresan socialmente: la ciencia es contextualizada por el ambiente histórico-social y la praxis de la época histórica; supone la actitud crítica ante los resultados, supone el examen colectivo y el consenso más allá de las escuelas de pensamiento o “paradigmas”, como le llama Thomas Kuhn.

Además, actualmente incorpora otros rasgos sociales, como la transdisciplinariedad y la multidisciplinariedad, que le son propios. Los “transgresores de fronteras”, explica Castro Díaz-Balart, pueden ser hoy más cotizados que los especialistas estrechos, aunque la adscripción paradigmática no favorece este proceso. Esa es la contradicción real de la verdad científica que debemos no evitar, sino resolver en cada caso concreto.

Su carácter social se manifiesta, además, en la relación existente entre un mundo capitalista que se erige en centro del desarrollo científico y tecnológico y un mundo atrasado, subdesarrollado, que se ubica en la periferia de un sistema desigual; relación que se conoce como “centro-periferia”. La ciencia es transnacional, pero en la periferia

se requiere compromiso con la sociedad que se opone al individualismo como valor más ligado aparentemente al logro de la verdad. (Castro Díaz-Balart, 2006, 62-63)

Por tanto, el enfoque social es el que ha permitido intentar superar las oposiciones que se daban entre las ideas de ciencia que primaban en las diferentes culturas.

La relación ciencia-ideología

Este constituye otro de los aspectos sociales de la ciencia más influyente y de carácter general, pero de vital importancia especialmente para las ciencias sociales. Como es sabido, desde Marx y Engels la ideología se entendió como un sistema de ideas que expresa intereses de clase, en primer término, por lo que con frecuencia se contraponen a la ciencia al considerar que oculta la verdad o la enmascara. En varios autores se puede valorar la complejidad de las relaciones de la ciencia y los procesos ideológicos en los cuales de manera indirecta está inscrita.

La ciencia no es ideología, pero el enfoque ideológico de la ciencia supone delimitar el lugar de lo ideológico como proceso de acercamiento a la verdad desde determinados contextos, situaciones, grupos, pero especialmente, desde la forma propia que tienen las clases sociales de expresar su cosmovisión. Al mismo tiempo, supone el funcionamiento ideológico de sus resultados de la manera antes expuestas. En este caso, se han especificado los modos en que opera la relación entre ciencia-tecnología e ideología.

La ideología y la filosofía funcionan aquí no tanto como un resultado, resumen o compendio de las ciencias, sino como un condicionador del campo en que se desarrolla la ciencia, junto a otros ambientes ideológicos como el sentido común, el folklore (en sentido amplio), etc.

El enfoque de determinados presupuestos ideológicos de la ciencia, incluidos los filosóficos y el uso de sus resultados, lleva a veces a convertir en prejuicios y dogmas algunas formas ideológicas de su funcionamiento. Por ejemplo, la apología del status de los “saberes” y las formas particulares de experiencia como imposibilidad de dar soluciones integrales de situaciones de conocimiento complejas, o el desprecio de estos como algo inservible después de la existencia de la tecnología. La condena del tipo de conocimiento obtenido por vías alternativas de experiencia, saberes ancestrales que se basan en formas de experiencia muy específicas y que propician a veces una solución alternativa y un nuevo comienzo del saber, además de una democratización de la ciencia, es un reflejo de esto. Igualmente incide notablemente la ideología en el carácter de los métodos de la ciencia y su relación con la respuesta a preguntas particulares, creando zonas vedadas para algunas metodologías y creando los llamados “paradigmas”.

En ocasiones esta relación entre ciencia e ideología se acepta desde el punto de vista teórico o general, pero de manera concreta esas relaciones no se comprenden, al traducirlos a métodos específicos de conocimiento, así en los intentos de definición de su problema científico e hipótesis, por ejemplo, pasa a un primer plano demostrar ciertos prejuicios en calidad de presupuestos “ideológicos” de la ciencia, más que enfocar el

problema específico que se enfrenta en la complejidad de sus aristas reales, incluida la ideológica. Es el elemento donde aflora la relación de las tecnologías con los llamados “saberes”.

La contextualización del aspecto ideológico de la ciencia o de la función ideológica del campo científico donde se desarrolla el investigador, se produce de manera natural cuando se tiene comprensión específica del problema tratado y por supuesto es de vital importancia en el área de las ciencias sociales. Pero es necesario que se haga consciente en casos en que los problemas epistemológicos estén condicionando socialmente determinados caminos de la investigación, expresando intereses en pugna.

Breve incursión sobre cuestiones de método

La ciencia es pensamiento desarrollado con el auxilio de un *método*. Y el método de la ciencia se apoya en la cultura filosófica que lo fue desarrollando históricamente. Cada investigador tiene la obligación de entrenar su pensamiento en cuestiones de método para llevar a efecto sus investigaciones con éxito. La cultura filosófica permite simplemente orientar el pensamiento científico del investigador para saber escoger el método más adecuado para conducir su actividad investigativa.

En la historia de la filosofía la cuestión se plantea en cada época de una forma diferente, pero la que afecta hasta el día de hoy con más fuerza es la que caracterizó la modernidad: la contraposición entre el método empirista y el método racionalista. En la metafísica de la época moderna, en la que toda categoría tenía su contrapuesta, *empirismo* y *racionalismo* como corrientes filosóficas postularon los métodos *inductivo* y *deductivo*, *analítico* y *sintético*, con el mismo enfrentamiento y descalificación para el lado contrario con que se trataron el idealismo y el materialismo, filosóficamente hablando.

La *dialéctica* vino a sellar el problema en el conocimiento científico, estableciéndose como método de captar las contradicciones de la realidad y plantear su solución, pero razones más políticas que teóricas se interpusieron en el camino de generalizar un método capaz de dar cuenta del desarrollo de la naturaleza y la sociedad, expresando en conceptos ese movimiento.

Independientemente de los métodos de que se arme cada ciencia en el camino de recopilar la información concreta de que disponga y de analizarla, organizarla para sacar sus conclusiones, el método teórico general que guía la mente del investigador al conducir su actividad, es un método elaborado por la filosofía desde la dialéctica en general, el cual es perfeccionado y formulado como dialéctica materialista.

Se trata del poco conocido y menos mencionado *método de ascenso de lo abstracto a lo concreto*, que describió el idealismo y reelaboró el materialismo para provecho de la investigación científica. Es un método de conducción del pensamiento teórico, del cual debe dar cuenta cada ciencia en su campo. Es un método de formación de ese tipo de pensamiento y tiene sentido plantearlo cuando la investigación se propone dilucidar cuestiones propias de la ciencia. Esto se ve menos en la tecnología y mucho menos en

las investigaciones propiamente técnicas, en que desentonaría plantearse estas categorías filosóficas ante la solución de un problema eminentemente práctico.

En el proceso del conocimiento humano en general, los momentos abstracto y concreto asumen distinto significado, según la fase de que se trate. Solo en el plano teórico, es decir, en la fase en que se dispone de datos obtenidos por la intuición y por la representación y el trabajo que se plantea es de elaboración de un concepto más concreto de lo que se trate; en este plano, repetimos, es que adquiere sentido un movimiento del pensamiento de “elevación” (de superación) de lo abstracto a lo concreto. Lo abstracto, obtenido mediante el análisis de lo concreto sensible, no es sino el *medio* de que se vale la teoría para ascender hacia un conocimiento cada vez más concreto. Lo concreto, entendido como concepto, como resultado de la síntesis de diversas determinaciones en el pensamiento, es el *fin* de la teoría, es lo que busca la teoría.⁴

Los “datos de la intuición y de la representación” no son, como se entendía en la filosofía tradicional, lo que el individuo se representaba por su cuenta bajo la forma de imagen sensible. En la visión de Marx esto representa algo mucho más complejo. Se refiere concretamente a la “masa de experiencia empírica socialmente acumulada” (Iliénkov, 1971, 50), que está contenida en libros, revistas, testimonios, registros estadísticos y un sinnúmero de materiales empíricos que contienen esta información en una expresión abstracta.

La tarea específica del teórico –afirma Iliénkov– [...] comienza siempre procediendo a un análisis crítico de abstracciones del nivel empírico del conocimiento y las rehace, para seguidamente avanzar, criticando la estrechez y el subjetivismo de tales abstracciones y destruyendo las ilusiones que ellas contienen desde el punto de vista de la realidad en su conjunto concreto. (Iliénkov, 1971, 51)

Esta precisión del rol que cumplen los momentos abstracto y concreto dentro de la teoría no puede escondernos el hecho más cierto aún de que lo concreto en el pensamiento no es un fin en sí, no es la meta última del conocimiento. Esta posición no escaparía de los marcos estrechos del intelectualismo. La práctica social es en este caso el fin último de todos los esfuerzos teóricos. La teoría no llega a ser más que un *medio* para la transformación práctica de la realidad.

Un problema metodológico en que se debate frecuentemente la ciencia es el referido a qué hacer con la “herencia” teórica, es decir, con las teorías que han precedido a un estudio concreto determinado, y que a la luz de los datos de la observación empírica pierden vigencia. La tradición empirista ha divulgado suficientemente la idea de que el método científico adecuado descansa en la inducción, es decir, en la observación empírica de los hechos y su posterior formulación general como leyes de la evolución de

⁴ “[...] lo «concreto» (es decir, el movimiento permanente hacia una comprensión teórica cada vez más concreta) es aquí el fin específico del pensamiento teórico. [...] // Desde ese punto de vista, lo «abstracto» no es el fin, sino el *medio* del proceso teórico, y cada acto de generalización (es decir, de reducción de lo concreto a lo abstracto) aparece como un momento «desvanecedor» en el movimiento general.” (Iliénkov, 1971, 41).

la realidad de esos hechos. Esto relega entonces la deducción (ligada a la formación de la idea a partir de un conocimiento general proveniente del estudio de teorías anteriores) a un simple asunto de exposición de lo ya comprendido, pero no a la formulación de nuevos conocimientos.

El método que aquí se considera toma en cuenta muy especialmente el arsenal de conceptos elaborados previamente por la ciencia; parte de ellos como material abstracto acumulado para de allí ascender a una elaboración más concreta del conocimiento del objeto en cuestión que se esté investigando. La libertad de investigación que a toda costa buscan los empiristas prejuiciados con el pensamiento anterior no encuentra aquí modo de realización. Muy al contrario, quien suponga liberarse de los antiguos conceptos sin someterlos a crítica responsable (esto es, examinarlos con ayuda de la observación empírica de la realidad) verá que constantemente estarán apareciendo en las más vulgares formas.

El método de ascenso de lo abstracto a lo concreto viene a constituir la solución de la dicotomía inducción-deducción que se presenta al pensamiento moderno, logrando una síntesis dialéctica entre una y otra, al fundir en una misma operación intelectual el análisis de los hechos con el análisis de los conceptos.

El punto de vista de la deducción en la teoría del conocimiento del marxismo se apoya inevitablemente en la concepción del historicismo o, dicho de otra forma: en concebir los objetos del conocimiento como productos de una evolución anterior que tiene que ser reflejada en los conceptos. Representarse estos objetos al margen de esta evolución, como si fueran productos de la creación divina de una vez y para siempre, es lo que provoca el estancamiento en el proceso del conocimiento. A una concepción del desarrollo real en que los fenómenos se suceden, dando origen unos a otros en un proceso de concatenación universal, corresponde la visión materialista y dialéctica de la deducción de las categorías que reflejan esta evolución; corresponde la visión del conocimiento como proceso que se eleva de lo abstracto a lo concreto, de lo general a lo particular. El desarrollo lógico (la ciencia) debe reflejar el proceso histórico real del devenir del objeto. El método que consiste en elevarse de lo abstracto a lo concreto es una forma específica de acción del pensamiento y de elaboración lógica en conceptos de los datos de la intuición y de la representación.

Estas serían las líneas generales que debiera seguir cualquier tipo de investigación científica, que pretenda seriamente reproducir la realidad en el sujeto.

Talleres de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología en la Universidad Central de Las Villas: plataforma de creación científica

Una mirada a los problemas sociales de la ciencia y la tecnología en esta perspectiva nos permite analizar los aspectos antes tratados en la ciencia que concretamente se hacen en nuestros medios como aportes de los científicos a dicha problemática y como parte de su formación humanista. Así, por ejemplo, un análisis de los mismos en los talleres del curso de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología en la Universidad

Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), de Santa Clara, Cuba, ha evidenciado algunos problemas que con el trabajo mancomunado de los especialistas de distintas ramas de la ciencia que allí confluyen, lógicamente quedan resueltos.

En dichos talleres se manifestó que los impactos sociales de la ciencia son mayormente planteados en trabajos de las especialidades de ingeniería industrial y economía, pero menos en los trabajos de ciencias naturales o de otras tecnologías, lo que expresa ausencia de pensamiento e interés por esos temas.

La ciencia que se desarrolla en Cuba responde a la demanda de ser función del hombre, de trabajar para su desarrollo y no para su aniquilamiento, pero en ocasiones se presenta aquejada de empirismo chato, lo que se ha podido apreciar en la postura inicial de algunos trabajos de los investigadores presentados en los talleres. Al no partir de contradicciones reales bien planteadas, ello repercute en que no se aprecien adecuadamente los impactos, o su impacto se vea como muy débil, o se generalicen ideas de escaso valor.

Se ha subvalorado un tanto el estudio de la ciencia misma, es decir, de los impactos sobre sí misma y sobre la formación de los científicos, algo que ocurrió al reorientarse los antiguos estudios sobre problemas filosóficos de las ciencias naturales hacia los estudios CTS. Entre ellos los problemas relativos al método científico general, el que debe alumbrar los problemas de la teoría en el sentido de la transdisciplinariedad, de las relaciones con la práctica renovada, con el experimento, etc.

En las investigaciones sociales no se abordan por lo común las relaciones socio-clasistas, o se desestima ese aspecto como poco importante. Solo en la investigación de la división social del trabajo en la actividad intelectual, en los fenómenos de la propiedad intelectual, etc., hay suficientes problemas en los cuales ayudaría saber qué clases sociales están implicadas.

Se evidencia en varios casos la parcelación del conocimiento, sin aquilatar sus impactos negativos. Junto a la ciencia real han ocupado un lugar las llamadas “pseudociencias”, como compensación a los mecanismos articulatorios de la ciencia real con la sociedad, particularmente en la relación de las ciencias médicas con los saberes tradicionales.

Están aflorando “imposturas intelectuales”, como extrapolaciones de términos de una rama a otra del conocimiento, al estilo de las denunciadas por Alan Sokal, que no se corresponden con la idea correcta de la superación de la división del trabajo y la disciplinarización, es decir, sin que ello tenga lugar como un proceso naturalmente justificado. Esto se aprecia más en la ciencia internacional (los casos de extrapolación de términos de las ciencias naturales a las ciencias sociales, por ejemplo; de la literatura a la ciencia, uso de imágenes en vez de conceptos, etc.).

La disciplinarización dentro de la que trabaja la ciencia contemporánea desde hace ya algún tiempo, necesaria como comienzo de organización del pensamiento para el

estudio, se mantiene, pero se ha tratado de compensar con cierta visión vulgar o simple de las complejidades de su superación.

La parcelación científica en las ciencias sociales propiciada por su fuerte carácter práctico (demandada desde y para un fin social) genera las llamadas “tecnologías sociales” (que a nivel mundial emergieron en manos del pensamiento más reaccionario). De modo que la ciencia social puede confundirse con el seguimiento de un conjunto de “procedimientos” separados del planteamiento de un problema concreto, de la totalidad del objeto específico de análisis y, por lo tanto, sin esclarecerse debidamente el concepto del que parte y del cual se trata de diferenciar. Esto se aprecia en los trabajos referidos a modelos para la gestión de alguna actividad, o sobre estrategias para organizar procesos. Este tipo de trabajo es característico de especialidades como ingeniería industrial, pedagogía, economía, donde es importante diferenciar el concepto de que se parte, ya que luego se convertirá en una innovación generalizada.

Se ha expuesto como muy importante que se observe la relación de coherencia entre la modelación matemática, la solución y la interpretación de los modelos en diferentes disciplinas, por ejemplo, en la investigación de operaciones.

No se toman en cuenta los daños que hacen procesos como la producción de alimentos. Comúnmente se ven desde la perspectiva de las necesidades del hombre, sin apreciar los impactos negativos que pueda acarrear.

Se ha mostrado que se mantiene la visión de la tecnología solo como intervención forzada en los procesos naturales y no como el conocimiento, reproducción y propiciamiento de esos procesos, como lo demuestra la agroecológica, sin que ello excluya la otra forma donde sea imprescindible.

El turismo se ha desarrollado como resultado de la visión tecnológica de la economía, pero no siempre se aquilata su impacto social desde la perspectiva clasista, ni ecológica, en tanta expansión de la industria del ocio que se extiende a actores antes no involucrados en ella. Se ha evidenciado, además, la necesidad de dar cuenta legal de la sustentabilidad ambiental como requisito de nuevas inversiones en el turismo.

La innovación en las empresas de base tecnológica también amerita un reexamen de su impacto en la división social del trabajo, especialmente al convertirse en patrimonio “tecnológico profesional” de determinadas ramas de la ciencia y la tecnología por razones justificadas de soberanía tecnológica, pero que pueden tener ese impacto.

La introducción de las TIC en las ramas de ingeniería ha generado pérdidas de habilidades, por ejemplo, del cálculo ingenieril y, además, una cultura de innovación ajena a nuestra idiosincrasia.

Estos son algunos de los problemas planteados en los talleres sobre problemas sociales de la ciencia y la tecnología que se realizan en la UCLV. En las sesiones de presentación y con la intervención de especialistas de disímiles disciplinas científicas se les va dando

solución en el trabajo conjunto de sus participantes. Como resultado se da un acercamiento entre la cultura científico-tecnológica y la cultura humanista que agrega valor a las investigaciones en curso. Es una experiencia que, de mantenerse, arrojaría aún nuevos frutos.

Conclusiones

Los estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad se desplegaron desde el pasado siglo por distintas áreas geográficas, internacionalizándose tempranamente, proceso del que Cuba no estuvo ajena. La identificación y análisis de los problemas sociales de la ciencia no sustituye en sí los análisis sociales o políticos de la sociedad, ya que las condiciones socio-políticas generales influyen decisivamente en el éxito de las propuestas sobre ciencia y tecnología. Pero estos estudios no son para nada despreciables en sentido específico, ayudando en mucho sentido a trazar políticas que ayuden a solucionar problemas extra científicos.

El divorcio entre la cultura científica ajena a los problemas sociales y la cultura humanista a espaldas de la capacidad científica de la solución de dichos problemas, se planteó como problema en sí, logrando un avance significativo en el acercamiento de ambas tendencias. Pero esto no puede borrar la especificidad de la ciencia como actividad humana centrada en la investigación. En este sentido, conviene distinguir el problema científico respecto del problema práctico que plantea la realidad. Aquí se da una interrelación provechosa entre la actividad empírica de crear el sedimento de la ciencia y el razonamiento científico teórico que, con el aparato conceptual puede proyectar con certeza sus ideas.

Entre los problemas que afloran está la relación de la producción científica con los saberes tradicionales que en sociedades de menos desarrollo tecnológico es más marcada. Se proponen variantes que propicien un desarrollo endógeno, que tenga en cuenta los intereses de los pueblos de la periferia, afectados por el desarrollo del capitalismo del centro del sistema.

Cuba no se muestra partidaria en sus políticas científicas a renunciar al desarrollo tecnológico a favor de las posturas de la “ecología profunda”, pero sí de propiciar el desarrollo científico tecnológico controlado que necesita mantenerse al tanto de los impactos sociales de las investigaciones concretas. Estos aspectos exceden el trabajo de los investigadores universitarios, pero en especial, nuestros científicos pueden iniciar el camino de la superación de las distancias marcadas por la división intelectual de la ciencia, la división social del trabajo y las demandas de la sociedad y la economía.

Referencias bibliográficas

- Castro Díaz-Balart, F. (coord.) (2006). *Ciencia, tecnología e innovación: desafíos e incertidumbres para el sur*. La Habana: Ediciones Plaza.
- Conner, C.D. (2009). *Historia popular de la ciencia. Mineros, comadronas y mecánicos*. La Habana: Editorial Científico-Técnica.

- Delgado Ramos, J.C. (2011). *Imperialismo tecnológico y desarrollo en América Latina*. La Habana: Ruth Casa Editorial – Editorial Científico-Técnica.
- Iliénkov, E.V. (1971). La dialéctica de lo abstracto y lo concreto en *El Capital* de Marx. *Problemas actuales de la dialéctica*. Madrid: Alberto Corazón Editor.
- Kuhn, T. (1962). *La estructura de las revoluciones científicas*, México: Fondo de Cultura Económica.
- Marx, C. (1970). *Fundamentos de la crítica de la economía política*. La Habana: Ciencias Sociales. (I)
- Núñez Jover, J. (2007). *La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no de*Sobre el método

Capítulo VII. Colaboración entre universidades para la formación de capital humano para la solución a problemas de la industria.

Autores: Diana Niurka Concepción Toledo; Erenio González Suárez, Juan Esteban Mino Valdés

Introducción

El necesario impacto de la ciencia en el desarrollo económico de cada país, requiere necesariamente sortear muchas dificultades en aspectos objetivos y subjetivos. Para lograr salvar muchos obstáculos, los científicos y especialistas deben fortalecer su colaboración y formación en el contexto de una acelerada comunicación que viabilice el vínculo universidad–empresa.

Por ello, es una condición actual para el desarrollo, la organización del proceso para la gestión, la difusión y la transferencia del conocimiento para el vínculo universidad-empresa, a través de una comunidad científica (Ramírez et al; 2014).

Es entonces necesaria una estrategia de colaboración que contribuya al desarrollo prospectivo tanto del sector de generación de conocimientos, como de las empresas.

En favor de esta dualidad de objetivos, en el contexto actual de internacionalización del conocimiento y las tecnologías, está el hecho de que ambos sectores, para desarrollarse, deben trabajar en los adelantos científicos y tecnológicos en lo que se ha dado en llamar la frontera del conocimiento.

La investigación científica es un acto de plena conciencia, responsabilidad intelectual, cultural y social que exige la preparación adecuada para emprenderla con todas sus consecuencias.

Los investigadores, a través de su actividad, satisfacen las exigencias de una comunidad muy amplia, a la que deberán servir y, en correspondencia con los resultados, será la sociedad la encargada de valorar los resultados científicos, por lo que ningún investigador podrá desentenderse del componente social de la actividad que desempeña.

En esta labor los líderes científicos deben ser capaces de identificar las demandas socio económicas de la sociedad cerca y lejos de su entorno inmediato y elaborar estrategias de colaboración con sectores más alejados geográficamente de la comunidad científica para que junto con la solución de los problemas presentes puedan lograrse resultados en la formación de nuevo capital humano.

Es por ello que, el objetivo de este trabajo es presentar cómo a través de la colaboración entre diferentes centros de la red de universidades nacionales o internacionales se pueden establecer estrategias de colaboración para resolver los problemas que el desarrollo socio económico de una determinada comunidad requiere y que esta

colaboración puede acercar al lugar donde se demanda a aquellos especialistas más preparados en la temática, en cualquier lugar donde se encuentren, y con ello formar nuevo capital humano.

Desarrollo

La formación del investigador debe atender a numerosas aristas por lo que se considera un proceso largo y complejo (Guadarrama, 2012). Durante su formación requiere establecer el intercambio de experiencias con otros miembros de la comunidad científica a fin de extraer conclusiones que aporten a su investigación, de ahí que toma gran relevancia el trabajo individual y colectivo.

La posibilidad de participar en proyectos de investigación desde un enfoque interdisciplinar, en los que sus miembros se integren en medio de relaciones de colaboración y cooperación, con la máxima aspiración de cerrar el ciclo de las investigaciones para alcanzar una mayor visibilidad e impacto de los resultados científicos, facilita al investigador asimilar y enriquecer el conocimiento científico, con un mayor nivel de profundidad que le permita el logro de objetivos de mayor alcance y el cumplimiento de tareas de mayor envergadura.

Es imposible avanzar en esta dirección sin aliados, incluso allende los mares, donde en un caso y otro, los mejores resultados y las experiencias de sus aplicaciones pueden encontrarse un día tras otros y en contextos diferentes y similares.

En la base del progreso de la humanidad está la capacidad del hombre de generar nuevas ideas, por lo cual la asimilación tecnologías emergentes es un proceso que no debe ser descartado, pues permite, si se participa en su desarrollo, lograr un rápido acceso a la competitividad de las empresas y en ello se puede también trabajar en la colaboración entre universidades incluso en el contexto Sur-Sur.

Es entonces necesario lograr lazos comunicativos entre los potenciales miembros de una comunidad científica que potencien los intercambios. Por su trascendencia se exponen las experiencias de estos resultados colaborativos y la visión prospectiva de nuevos proyectos de colaboración.

El eje metodológico de este trabajo es la definición de proyectos específicos de investigación cuya génesis fuesen problemas reales de las empresas en la concepción de que un problema social de la ciencia y la tecnología es que la investigación sirva para responder a las necesidades de la sociedad y desarrollar la investigación para resolver estos proyectos a través del trabajo de la colectividad científica de maestrantes y doctorantes de las diferentes universidades relacionadas con las empresas en las cuales se identificaron los problemas a investigar, incluso de profesionales de las industrias que realizarán sus maestrías en el vínculo con los centros de generación de conocimientos. El concepto de trabajo fue que una vez definido el Proyecto, los docentes, investigadores o profesionales en formación fueran factor clave en la ejecución de los proyectos, partiendo para ello de la cercanía de las universidades participantes a las instalaciones

industriales en las cuales se está investigando, de manera que los jefes de proyectos pueden ser especialistas de alto nivel de universidades más distantes.

La cercanía de una determinada universidad a la instalación industrial específica, permite la inclusión de alumnos de esa universidad como colaboradores (en su propia formación) de la investigación.

Experiencias

Se parte de las relaciones de trabajo estable de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas con la industria en diferentes territorios de Cuba y América Latina se desarrollaron las siguientes experiencias,

- 1) Propuesta de desarrollo del Complejo Agroindustrial Azucarero de “Amancio Rodríguez” (Morales, 2012)
 - a. Situación problémica al inicio de la investigación
El complejo agroindustrial tenía anexa a la fábrica de azúcar una destilería de etanol de mieles de caña de azúcar, una instalación productora de furfural del bagazo, con un gran impacto negativo ambiental por el desecho de bagazo hidrolizado y una fábrica de tableros de bagazo con problemas de calidad en los tableros.
 - b. Desarrollo de la investigación
Mediante un diseño experimental y el escalado a nivel de planta piloto en la propia instalación. Se estudió el empleo del bagazo hidrolizado como primera etapa de pretratamiento ácido del bagazo pretratado para la producción de etanol de segunda generación, lo que permitió proyectar un incremento de la producción de etanol en la destilería integrada al complejo industrial mezclando mieles de caña de azúcar con el licor azucarado de la fermentación de la glucosa producto de la hidrólisis enzimática de la celulosa y la masa lignolignítica obtenida en la etapa de hidrólisis enzimática como aditivo aglomerante para el cartón prensado obtenido del bagazo.
 - c. Resultados de la investigación.
 - Se propuso una tecnología para producir etanol de segunda generación integrada a la producción tradicional de mieles y con ello incrementar las capacidades de producción
 - Se propuso una alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos de la producción de furfural que hace menor el impacto ambiental negativo del complejo agroindustrial;
 - Se propuso una alternativa de aprovechamiento de los residuos sólidos de la producción de etanol de segunda generación que hace menor el impacto ambiental negativo del complejo agroindustrial;
 - Se logró la formación de una Doctora en Ciencias Técnicas de la UCLV con el apoyo de especialistas y técnicos de AZCUBA y la Universidad de Las Tunas y la asesoría de un docente de la UCLV
- 2) Estrategia de desarrollo de los biocombustibles en Guatemala, (García, 2012)
 - a. Situación problémica al inicio de la investigación
La agroindustria azucarera en Guatemala, aunque tenía capacidades de producción de etanol de mieles de caña de azúcar no aprovechaba totalmente sus

- capacidades instaladas y además no proyectaba la obtención de biodiesel de desechos de la industria
- b. Desarrollo de la investigación

Mediante diseños experimentales y los resultados de otros colectivos se pronosticó el impacto de la extracción del jugo de los filtros en la obtención de mayor cantidad de bagazo, residual de la producción de azúcar introduciendo la tecnología de etanol en el balance productivo de ese sector productivo ubicado en una zona con características de relativa cercanía y además la producción de biodiesel de cachaza de caña de azúcar, tecnología desarrolla por colectivos paralelos de trabajo y que fue oportunamente escalados en una Planta Piloto diseñada y construida al efecto en la Universidad de San Carlos en Ciudad Guatemala
 - c. Resultados de la investigación.
 - Se propuso alternativas de crecimiento de la producción de etanol en mayor escala en Guatemala mediante el mezclado de jarabe de etanol de segunda generación con mieles de caña de azúcar en el proceso de su dilución.

Se propuso la inversión en dos instalaciones en la zona azucarera mediante la utilización de la cachaza de caña de azúcar transformándola en biodiesel de los aceites vegetales extraídos de la cachaza
 - Se logró, en la colaboración entre dos universidades, la formación de un Doctor en ciencias Técnicas de la Universidad San Carlos de Guatemala con el apoyo de profesores, especialistas y técnicos de la Universidad San Carlos de Guatemala y asesoras do por un docente de la UCLV
- 3) La estrategia de producción de vinos de uvas no viníferas en Argentina (Miño, 2013).
- a) Situación problemática al inicio de la investigación

Los vinicultores de la provincia de Misiones, Argentina necesitaban dar un valor agregado a los cultivos de Uvas no viníferas de que disponían en sus “chacras” para incrementar la rentabilidad de sus posesiones y por ello la Universidad Nacional de Misiones, Argentina se encargó en desarrollar y escalar a un nivel competitivo una tecnología rentable para lograr estos propósitos,
 - b. Desarrollo de la investigación

Mediante diseños experimentales y estudios cinéticos del proceso un docente argentino de la Universidad Nacional de Misiones, asesorado por un Doctor en Ciencias de Argentina y un Dr. Cs de la UCLV, como tutores, realizó con éxito todo el estudio necesario para poder responder a las necesidades de los vinicultores
 - c. Resultados de la investigación.
 - Se obtuvo una tecnología de producción de vinos de uvas no viníferas.
 - Se escaló la tecnología desarrollada a nivel industrial.
 - Se propuso la inversión de escala y localización óptima económica en cada caso para responder a las necesidades de las chacras adecuadamente agrupadas para aprovechar las instalaciones de producción de vinos.
 - Se logró, en colaboración entre dos universidades, la formación de un Doctor en Ciencias Técnicas de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina tutorado por docentes de la referida universidad y la UCLV en la colaboración Sur-Sur.
- 4) Las oportunidades de negocios en la industria de los derivados (Rabassa, 2015),
- a. Situación problemática al inicio de la investigación.

No existía una metodología para definir oportunidades de negocios en la industria de los derivados de la caña de azúcar por lo que no se tenía una acción prospectiva en el desarrollo de los derivados.

b. Desarrollo de la investigación

Mediante Vigilancia tecnológica y un diagrama heurístico apropiado se desarrolló un procedimiento para determinar cuándo una nueva producción de derivados permitía evaluarse un plan prospectivo de oportunidad de negocios en la industria de los derivados de la caña de azúcar para ello una docente de la Universidad de Camagüey fue asesorada por un docente de la UCLV y con apoyo de especialistas de AZCUBA y docentes de ambas universidades dio respuesta al procedimiento validado por su aplicación práctica en la provincia de Camagüey.

c. Resultados de la investigación.

- Se obtuvo un procedimiento para evaluar oportunidades prospectivas de negocios en la industria de los derivados de la caña de azúcar.
- Se evaluaron las oportunidades de desarrollo prospectivo de los negocios con producción de derivados en Camagüey.
- Se logró, en colaboración entre dos universidades, la formación de una Doctora en Ciencias Técnicas de la Universidad de Camagüey, tutorada por docentes de la referida universidad y la UCLV.

5) La producción de ácido cítrico del bagazo de caña de azúcar (Guerra, 2018)

a. Situación problemática al inicio de la investigación

En el país se importa todo el ácido cítrico que se consume, por lo que son rentables sus producciones a altos volúmenes de fabricación por problemas de las tecnologías disponibles no existiendo una disponibilidad de materia prima en un solo lugar que permita lograr los volúmenes de producción.

b. Desarrollo de la investigación

Mediante la vigilancia tecnológica y la colaboración internacional se lograron evaluar las posibilidades de fabricación de ácido cítrico a partir de bagazo de caña de azúcar utilizando al propio ácido cítrico en la etapa ácida del pretratamiento. Para lograr estos objetivos se realizó una tesis doctoral por un docente de la Universidad de Camagüey con la asesoría de una Doctora de la Universidad de Islas Baleares y un Doctor en Ciencias de la UCLV evaluando experimentalmente los procesos y escalándolos a nivel industrial hasta volúmenes que permitieran indicadores técnico económicos competitivos

c. Resultados de la investigación.

- Se obtuvo una tecnología de pretratamiento de bagazo utilizando ácido cítrico en la etapa ácida de pretratamiento en la industria de los derivados de la caña de azúcar.
- Se evaluaron las oportunidades de instalación de una fábrica de ácido cítrico en el CAI Uruguay que satisfaga las demandas del país empleando bagazo de caña de azúcar.
- Se logró en productiva colaboración entre tres universidades la formación de una Doctora en Ciencias Técnicas de la Universidad de Camagüey, tutorada por docentes de la Universidad de Islas Baleares y la UCLV.

Con idéntica concepción se abordan, con la colaboración entre universidades, entre otras investigaciones:

1. El desarrollo diversificado de polos productivos la industria de la caña de azúcar incluyendo la producción de biocombustibles y coproductos a químicos de segunda y tercera generación q a través de tesis doctorales de un docente de la UCLV y la asesoría de un Dr.C de la UCLV y otro de la Universidad Industrial de Santander en el esfuerzo de asimilar la experiencia desarrollada por Colombia,
2. La obtención de derivados del potasio a partir de vinazas en Guiteras que se desarrolla para contribuir a la matriz química del país aprovechando los derivados del cloro y las corrientes secundarias o finales de la industria de los derivados de la caña de azúcar que se realiza por una aspirante de La Universidad de Las Tunas con asesoría de un docente de la UCLV y otro de la Universidad de Camagüey.

Conclusiones

A través de la colaboración entre diferentes centros de la red de universidades nacionales o internacionales se pueden establecer estrategias de colaboración para resolver los problemas que el desarrollo socio económico de una determinada comunidad requiere.

Esta colaboración puede acercar al lugar donde se demanda la colaboración a aquellos especialistas más preparados en la temática en cualquier lugar donde se encuentren, En la estrategia seguida, la formación doctoral tiene un papel esencial para realizar las tareas de investigación como fuerzas de choque.

En esta colaboración entre universidades y en el vínculo universidad empresa es factible formar una cantidad de especialistas de las universidades como doctores preparándolos para empeños futuros y una segura colaboración entre las propias universidades. Es adecuado que se sistematice la formación doctoral en la idea de prepararlos para empeños futuros y una segura colaboración entre las propias universidades y en el vínculo universidad empresa.

Referencias bibliográficas

- García Prado, R. (2012) Tesis de disertación para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV
- Guerra Rodríguez, Luis E. (2019) Tesis de disertación para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV
- Guadarrama González, P. (2012) Dirección y asesoría de la investigación científica. Editorial de Ciencias Sociales. Instituto cubano del Libro. ISBN:978-959-6-1386-2
- Miño Valdés, Juan E. (2013) Tesis de disertación para la obtención del Grado Científico de Doctor en Ciencias Técnicas. UCLV
- Morales Zamora, M (2012) Tesis de disertación para la obtención del Grado Científico de Doctor en, Ciencias Técnicas. UCLV
- Rabassa Olazabal, G. (2015), Tesis de disertación para la obtención del Grado Científico de Doctor en, Ciencias Técnicas. UCLV

Ramírez García, A., V. V. Kafarov, E. González Suárez. (2014) Una experiencia de cooperación científica internacional universitaria para la industria de la caña de azúcar. Ponencia Universidad 2014. La Habana 10 al 14 de febrero 2014.

Capítulo VIII. Necesidad y posibilidad de formar doctores desde la industria. Lugar de los métodos matemáticos.

Autores: Erenio González Suárez, Diana N. Concepción Toledo, Juan E. Miño Valdés, Eduardo J. López Bastida, Fernando E. Ramos Miranda.

Introducción

En las condiciones actuales de la industria es importante la búsqueda de soluciones a sus problemas tecnológicos a través de la asimilación de tecnologías del exterior o mediante la generación de soluciones propias atendiendo a las condiciones locales. Para ello, se requieren nuevas alianzas institucionales variando las estrategias y tácticas del desarrollo y la diversificación. Nuevas relaciones entre el sector público, privado y la academia están teniendo importantes consecuencias en la manera en que pensamos y actuamos respecto al desarrollo al desarrollo económico.

El fenómeno que gira alrededor de la importancia del vínculo entre la universidad y la empresa es relativamente nuevo si se tiene en cuenta que es a partir de la década del 80 en que se presta una mayor atención en este sentido. No obstante, es un hecho que evoluciona de forma rápida y creciente y toca fondo al punto de que si existe interés por cosechar éxitos en la actividad investigativa y productiva pues resulta incuestionable la necesidad de lograr un vínculo estrecho entre ambos sectores.

Sin embargo, persisten aún varias limitaciones y barreras para la colaboración efectiva entre ambos sectores, por lo que se demandan acciones para reforzar la efectividad y dinámica de este vínculo.

Este reforzamiento se debe en gran medida a que en la actualidad confluyen y se interrelacionan, además, dos cambios mundiales de carácter estructural:

- Una revolución productiva basada en la ciencia, donde los productos alcanzan un valor agregado dado por los conocimientos incorporados a ellos, que supera el valor de la materia prima, energía o mano de obra.
- Una revolución en la estructura económica internacional, que se orienta hacia un ambiente de competitividad cada vez mayor, la disminución de la barrera al comercio exterior y una carrera febril en torno a la diferenciación de productos como base de las estrategias competitivas por lo que debemos hacer todos los esfuerzos para incrementar el uso de la Ciencia y la Técnica en el desarrollo (González, 2019).

Estos fenómenos hacen que el sector empresarial tenga la necesidad de poseer vías para el acceso a los conocimientos novedosos que se generan en los centros de generación de conocimientos, especialmente en la universidad y, por otra parte, estos últimos se motivan a retroalimentarse de la industria.

Entre estos conocimientos, sin dudas en el campo de la industria de procesos químicos está la apropiación de los métodos científicos de trabajo, en los cuales las herramientas matemáticas son sin duda algunos instrumentos especialmente poderosos.

Como todo fenómeno relativamente joven y además complejo, se enfrenta a un grupo de limitantes, barreras u obstáculos que en la medida que indagamos en las particularidades de cada uno de los sectores, estos pueden ser corroborados.

Un aspecto que consideramos clave para la introducción de las ciencias en las industrias de procesos químicos y fermentativos en la presencia de científicos en el sector empresarial y que no solo estén presentes después de su formación; sino también desde su formación por lo que este trabajo tiene el objetivo de presentar la experiencia adquirida en la formación desde la industria de científicos mediante sus tesis doctorales en el concepto de que en la industria hay necesidad y posibilidad de formar doctores cuya génesis de sus temas de investigaciones sean la solución de problemas directos del desarrollo de su empresa.

Desarrollo

El incremento explosivo de las investigaciones y la disminución en el tiempo de los plazos de la aplicación práctica de los resultados científicos, va convirtiendo cada vez más a la ciencia en un instrumento fundamental para el desarrollo de las fuerzas productivas de la sociedad y el perfeccionamiento de la vida social en su conjunto.

En relación con lo anterior, son de marcado interés las leyes que expresan la relación mutua entre la técnica, la producción y la ciencia en las diferentes etapas del desarrollo histórico. Por ello, se debe partir en nuestro análisis, del hecho de que hoy día, es un rasgo distintivo de la época, la penetración frontal de la ciencia en los secretos de la naturaleza, de manera que es una necesidad imperiosa del mundo moderno el dominio, de las ciencias naturales y técnicas, así como de las sociales.

Es entonces necesario, reforzar la estrategia socio- económica aplicada que incorpore el conocimiento y los avances de la ciencia y las tecnologías, a las necesidades del desarrollo de los procesos de la industria de procesos químicos y fermentativos.

Una impronta de la época es que la tecnología incide cada vez más en las posibilidades empresariales, por lo que se requiere pasar de la perspectiva tecnológica tradicional, que no permitió el desarrollo, a una prospectiva tecnológica que puede interpretarse en:

- Búsqueda de posibilidades
- Exploración de nuevos campos
- Localización de recursos

Tendrá que descansar necesariamente en un análisis multilateral y pormenorizado de los factores y cambios tecnológicos de la empresa, para lo cual debería cumplirse una previsión global, cualitativa y múltiple que cumpla el requisito de ser instrumento para la acción.

El conocimiento se está consolidando cada vez más como un elemento de importancia estratégica para las organizaciones, al entrar en una economía basada en recursos intangibles como la tecnología, la información y el aprendizaje.

En este sentido, la gestión del conocimiento es una de las responsabilidades organizacionales de mayor trascendencia en la actualidad y se relaciona con conceptos como la competencia basada en el conocimiento que es diferente a la información, pues involucra la cabal utilización de la información y datos disponibles, los cuales son potenciados por el talento humano, cimentado en habilidades, competencias ideas e instituciones.

Cuando de Gerencia de Conocimientos se habla, entendemos por esta, el proceso de organización, planificación, control y producción, aplicado a la creación de nuevos conocimientos en las organizaciones. Es decir, la gestión integrada de la generación y asimilación de nuevos conocimientos y de las tecnologías de la información, aplicadas a las áreas estratégicas y a los factores críticos de competitividad y pertinencia de una organización (González, 2005).

La gestión del conocimiento se hace tema obligado en el sector empresarial por lo que tiene que ejecutarse de manera que las tecnologías sean usadas adecuadamente y en la medida que sea posible, mejoradas y adaptadas a nuestras condiciones pues es evidente que si los ingenieros utilizan tecnologías que no son apropiadas es que son negligentes, si no saben lo que es apropiado es que son ignorantes; y si no se preocupan de lo que es apropiado pierden todo el derecho a la consideración profesional.

Por su incidencia en la competitividad tecnológica, entendida como el grado en que produce sus bienes y servicios para ser insertados tanto en el mercado nacional como internacional se ha llegado a considerar un aspecto ineludible en el contexto global actual. Se hace imprescindible la ejecución de acciones que incentiven, obliguen y apoyen a la empresa a mantenerse actualizada en este sentido.

Para lograr los objetivos de la Gestión del Conocimiento, se requiere contar con promotores y gestores del conocimiento, definir sus roles en este asunto, garantizar un trabajo en equipo, establecer infraestructura tecnológica, lograr un ambiente cultural y humano propicio y garantizar los recursos financieros. En este sistema de relaciones se encuentran las que se establecen entre el sector empresarial y los centros de generación de conocimientos, específicamente las universidades, que propician una buena parte de la producción de conocimientos científicos que no siempre es aprovechado y en muchos casos poco asimilados por el sector empresarial.

En este sentido está llamada la actuación de los diferentes actores sociales, que se expresa en la labor de toda la Comunidad Científica que interviene en la gestión del conocimiento mediante una estrategia colaborativa, donde todos sus miembros se integren y cobren auténtica dimensión en aras de alcanzar un desarrollo sostenible y un incremento de empleo de calidad.

En el sector de la industria de procesos químicos y fermentativos entendemos por comunidad científica, al colectivo que congrega a hombres de pensamiento de todos los factores sociales tanto de los centros de generación de conocimientos de forma general, como los del propio sector (empresas, delegaciones, ministerio), que interactúan entre sí y se encuentran bajo ciertas regulaciones e intereses. Dentro de su accionar se encuentra como principal función la búsqueda de soluciones a los problemas que en materia científica tecnológica enfrenta este sector. Debe actuarse sobre la base de que cada uno de sus miembros, partiendo de que tienen las mismas posibilidades en este sentido, hagan su aporte de acuerdo a su capacidad.

Desde un estudio sobre gestión del conocimiento en la industria química y fermentativa se pudo constatar, entre otros aspectos, que:

Referido a la situación actual en materia tecnológica del sector industrial de la industria química y fermentativa se constata el criterio de que el estado actual de la tecnología con que cuenta esta industria se clasifica como de obsoleta o de riesgo, que existe mucho desconocimiento por parte de los empresarios acerca de cuál es la tecnología de punta que en estos momentos se utiliza a nivel internacional y que posibilidades de asimilación de estas pueden obtener.

En cuanto a los factores que obstaculizan el desarrollo tecnológico de sector se ubica dentro de sus principales causas la falta de financiamiento para lograrlo y además la falta de una estrategia encaminada a desarrollar la actividad tecnológica partiendo de personal calificado que aporte solución a estos problemas.

Referido al estado actual del vínculo entre el sector industrial y con los sectores de Centros de Gestión del Conocimiento (CGC) se expresa que, aunque existen relaciones aún estas son insuficientes caracterizadas por una falta de comunicación entre ambos, aún no se logra un acercamiento efectivo entre estos sectores, manifestándose entre otras formas, dificultades para establecer y formalizar contratos para la labor en conjunto. Se desconocen las ofertas de conocimientos tecnológicos que los CGC poseen, así como la demanda de estos que tiene el sector industrial debido a estas no se encuentran trazada dentro de las líneas de investigación de la estrategia de trabajo de los CGC.

En cuanto a las líneas de interés para establecer vínculos de trabajo entre ambos sectores se manifiesta mayor inclinación por la búsqueda de información sobre tecnologías líderes para la competitividad de su empresa, el mejoramiento de los indicadores económicos, energéticos, de calidad o ambientales, propuestas para la generación de ambientes creativos que fortalezcan trabajos en equipos, ejecución de proyectos, participación en eventos, desarrollar actividades de cooperación en cuanto a la superación y preparación de los recursos humanos mediante cursos, entrenamientos, especializaciones, diplomados, maestrías, etc. Posibilidades de comercializar el producto generado en los CGC a ciclo completo.

La sociedad ha tenido cada vez más que ver a la diversidad como un recurso disponible para el desarrollo socioeconómico y esta ha tratado de responder a este desafío que le ha impuesto la sociedad ya sea por razones financieras o políticas que hace que

desarrolle investigaciones estratégicas que posean una aplicación potencial a corto plazo.

El mayor cambio que es necesario producir para lograr una efectiva interacción entre la universidad y el sector empresarial está dado precisamente en el terreno educativo y por tanto se requiere de una educación continua por parte de la universidad que no basta con los conocimientos que se imparten en el período de pregrado coincidente con la etapa de preparación básica del alumno sino que esta debe continuar en un “ proceso de reciclaje permanente” si se tiene en cuenta que la revolución tecnológica se mueve a una velocidad considerablemente elevada y por tanto, los conocimientos y la preparación del profesional puede quedar obsoleta y atrasada si esta no es constantemente atendida y sometida a un proceso de superación.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que el personal que se dedica a investigar puede mejorar sus resultados si se combina la actividad investigativa con la docencia, y viceversa pues ha quedado demostrado que con esta combinación se puede hacer más difusas las barreras comunicativas con el sector empresarial.

El objetivo de la vinculación de la universidad con la empresa debe partir de elevar la calidad de la investigación y la docencia universitaria, logrando integrar la universidad con las necesidades de la sociedad.

No obstante, se resume que estas motivaciones unidas a la posibilidad de disponer de un financiamiento adecuado no bastan para llevar adelante el proceso de vinculación de la universidad y la empresa pues lograr transferir la tecnología desde la propia universidad hasta el sector empresarial depende además de otros factores que son extraordinariamente necesarios para el logro exitoso de este proceso, a saber, los siguientes elementos:

- Tener definida la misión en la universidad.
- Tener definidas las necesidades de la comunidad científica y las necesidades sociales.
- Disponibilidad de recursos.
- Tener un liderazgo emprendedor.
- Incentivar la actividad científica, investigativa y docente de profesores e investigadores.
- Existencia de buenas relaciones personales entre los miembros del sector empresarial y la universidad. Gestión para el logro del vínculo universidad-empresa.

Se ha hecho un análisis hasta aquí del estado actual de la gestión del conocimiento en el vínculo entre el sector de la agroindustria de la caña de azúcar y los centros de generación de conocimiento, específicamente de la universidad, así como del diagnóstico de las causas que originan que se produzca esta situación. Se ha reflejado que existen limitantes o barreras que frenan este acercamiento pero que en la medida que se logre obtener una adecuada gestión para el establecimiento de vías y mecanismos que garanticen esta relación, se superará estas diferencias.

Para esto constituye una clave fundamental del éxito, el establecimiento de relaciones personales entre los actores que integran la comunidad científica que no solo descansarán sobre relaciones formales, burocráticas o contractuales, sino que estas descansen sobre la base del talento gerencial, requiriendo de personas bien entrenadas en la gestión tecnológica.

El éxito de esta vinculación pasa por un adecuado liderazgo de esta actividad, por ello es imprescindible en una acción prospectiva que los estudiantes universitarios vean en sus profesores a líderes científicos que con un importante papel en el vínculo universidad empresa ocupen un rol influyente en la Comunidad Científica.

La transferencia de tecnología es un proceso negociado que implica el diálogo permanente, un ambiente de buena fe, excelentes relaciones interpersonales y una buena actitud del personal que dirige la actividad tanto en la empresa como en la universidad.

En aras de contribuir al incremento del vínculo universidad- empresa y que ayuden a revertir la situación actual de la industria de química y fermentativa, proponemos:

- Fortalecer el desarrollo y formación de cuadros científicos desde la industria.
- Clarificar el proceder para estos casos y el aporte específico de los tutores universitarios en este desempeño.

Por fortuna, como colectivo científico y de formación de doctores en Ingeniería Química, se ha acumulado en la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas una experiencia que nos permite extraer reglas generales, vemos lo documentado (González et al; 2020).

1. En 1982 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Modelación y optimización de un proceso tecnológico para la producción de cartón para ondular”, (González, 1982) realizada esencialmente desde la industria y tuvo como rasgo esencial el procesamiento matemático de datos del control de calidad y del control del proceso tecnológico, aportando a la ciencia en lo referente a los métodos y en lo cual el uso de los métodos estadísticos de planificación experimental, modelación matemática estadística y la optimización guiados por un procedimiento heurístico fueron esenciales. Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que difícilmente se logra en un aspirante formado desde la universidad. Todo ello fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.
2. En 1992 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Alternativas tecnológicas y energéticas para la intensificación de la industria cerámica en Cuba” (Regalado, 1992), realizada esencialmente en la industria y que tuvo como rasgo esencial la intensificación de los sistemas energéticos con apoyo de diagramas heurísticos y de métodos matemáticos de optimización pues como se sabe, la función clave de la intensificación es la optimización, para lo cual los métodos estadísticos y la modelación matemática fueron esenciales. Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que

- difícilmente se logra en un aspirante formado desde la universidad Todo ello fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.
3. En 1994 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Intensificación de los procesos tecnológicos de producción de Cerámica técnica” (Garcés, 1994), realizado totalmente en la industria y que tuvo como rasgo esencial la intensificación de los procesos tecnológicos con apoyo de diagramas heurísticos y de métodos matemáticos de optimización de las mezclas para materiales cerámicos pues la mezcla óptima de materiales y las óptimas condiciones de tratamiento en los hornos cerámicos es la clave de la calidad de estos productos que ahorran cuantiosos recursos tanto para la industria eléctrica como para la propia industria química. Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que difícilmente se logra en un aspirante formado desde la universidad. Todo ello fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.
 4. En 1996 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Alternativas de utilización de las materias primas para la producción de vidrio en la Empresa de Vidrio de Las Tunas” (Borges, 1996), realizado totalmente en la industria y que tuvo como rasgo esencial la aplicación de un procedimiento heurístico que incluyó la optimización de las mezclas de componentes de vidrio roto y arenas para lograr mínimos costos totales de producción con las calidades requeridas y considerando los aspectos de optimizar mezclas componentes no solo desde el punto de vista técnico , sino también económico debido al peso que en la solución del problema tuvo el conocido problema del transporte todo ello mediante métodos matemáticos de optimización del transporte en vínculo con los estudios de mezcla de materias primas para vidrios. Todo esto en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que difícilmente se logra en un aspirante formado desde la universidad. Todo fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.
 5. En el 2008 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Estrategia de reconversión de una instalación de la industria química” (González, 2008), realizado totalmente en la industria y que apoyado en un procedimiento heurístico trabajo con la representación matemática no solo del proceso tecnológico global, sino también el impacto de las inversiones, es de forma cuantitativa para incrementar la eficiencia del proceso tecnológico, se realizó con apoyo de métodos matemáticos. Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que difícilmente se logra en un aspirante formado desde la universidad. Todo ello fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.
 6. En el 2019 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de: “Gestión de la tecnología y la innovación y su integración con el análisis complejo de procesos en la ronera central” (Guzmán, 2019) Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que difícilmente se logra en un aspirante formado desde la universidad.

De estos resultados alcanzados se desprenden los siguientes rasgos generales:

- La génesis de todas las investigaciones a que respaldaron las tesis doctorales fueron problemas del desarrollo y operación eficiente de la empresa y era obligación laboral de los aspirantes trabajar en su solución.
- Procedimiento heurístico del trabajo, aportado por la UCLV a través del tutor y de la escuela de formación de doctores del Departamento de Ingeniería Química;
- Aplicación de métodos matemáticos de planificación de experimentos, procesamiento de datos y optimización de procesos como herramientas para acelerar los resultados de la investigación y respaldar la propuesta de resultados mediante las posibilidades de las abstracciones matemáticas y garantizar con el procedimiento heurístico por un lado la novedad científica y por otro la propuesta de recomendaciones de beneficio al problema social.
- La inserción de estudiantes de pregrado como colaboradores científicos
- Un riguroso sistema de control con oponencia por parte del colectivo científico del departamento.
- Un profundo conocimiento, aportado por el aspirante, del mundo tecnológico, en el cual se desarrolló la investigación.
- La formación de doctores desde la industria puede ser un arma poderosa para la introducción de los resultados de la Ciencia y la Tecnología.

De acuerdo a esta experiencia y con la intención de lograr resultados equivalentes se trabaja en este momento en cuatro tesis doctorales desde la industria, donde se intenta cumplir con estos requisitos:

1. La optimización de etapas clave de las tecnologías de producción;
2. Los cambios tecnológicos requeridos para diferentes producciones en la industria del petróleo;
3. La estrategia inversionista minimizando el riesgo en la industria del petróleo.

En todos los casos se trabaja con directivos de las empresas dando respuesta a las necesidades de formar no solo doctores en la industria sino también favoreciendo su formación entre directivos como una vía de transmitir el método científico a la producción. En todos los casos se trabaja bajo la concepción de diagramas heurísticos y apegados al uso de métodos matemáticos como principal fortaleza que la UCLV transmite a las empresas como apoyo a la formación de científicos desde el personal que en ellas laboran.

Conclusiones

Existieron condiciones comunes entre los doctores formados históricamente en Ingeniería Química desde las industrias químicas y fermentativas.

Los procedimientos heurísticos y la aplicación de los métodos matemáticos han sido base de la sostenibilidad científica de todos los trabajos realizados.

La génesis de todos los doctorados defendidos desde profesionales de las industrias han sido problemas reales de demandas del mundo empresarial y ha cumplido con los requisitos que se formulan para la investigación científica Problemas Sociales de las Ciencias.

En todos los casos los aspirantes que han defendido exitosamente han tenido un alto prestigio profesional, dominio de las tecnologías en estudio y responsabilidades en la conducción de las labores de las empresas.

La UCLV ha respaldado los procesos doctorales esencialmente con los métodos de investigación con énfasis en los métodos heurísticos y las herramientas matemáticas, así como la exigencia en el cumplimiento de los plazos y la calidad de la investigación.

Referencias bibliográficas

- Borges, A. (1996). Alternativas de utilización de las materias primas para la producción de vidrio en la Empresa de Vidrio de Las Tunas. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Garcés, L. (1994). Intensificación de los procesos tecnológicos de producción de Cerámica técnica. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- González Suárez, E. (2005). Los estudios previos para minimizar la incertidumbre en la Absorción (asimilación) de tecnologías que emplean la biomasa como fuente de productos químicos y energía, inversionistas. Editorial Laborde.
- González Suárez, E. (1982). Modelación y optimización de un proceso tecnológico para la producción de cartón para ondular. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- González Suárez, E. (2008). Estrategia de reconversión de una instalación de la industria química. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- González Suárez, E. (2019). Innovación tecnológica para el desarrollo industrial en Villa Clara. (Conferencia). TECNOSIME. Santa Clara, Cuba.
- González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., Miño Valdés, J. E., López Bastida, E. J., & Ramos Miranda, F. E. (2020). Necesidad y posibilidad de formar doctores desde la industria química. Lugar de los métodos matemáticos. Revista Universidad y Sociedad, 12(5), 531-537.
- Guzmán Villavicencio, M. (2019). Gestión de la tecnología y la innovación y su integración con el análisis complejo de procesos en la ronera central. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Regalado Ciriano, N. (1992). Alternativas tecnológicas y energéticas para la intensificación de la industria cerámica en Cuba. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Capítulo IX: Los métodos de investigación científica y la interdisciplinariedad en la intensificación industrial: impacto económico y social.

Autores: Roxana Cortés Martínez, Diana N. Concepción Toledo, Fernando E. Ramos Miranda, Eduardo J. López Bastida, Erenio González Suárez.

Introducción

El notable desarrollo científico-técnico que caracteriza al nuevo siglo XXI, es sin dudas, el resultado de la combinación de profundas transformaciones sociales ligadas al avance impetuoso de la ciencia. Son precisamente las constantes exigencias del mundo moderno las que conducen e impulsan de manera sustancial la actividad científica y de igual manera, acentúan como nunca antes la responsabilidad social de los hombres de ciencia.

Ante las condiciones actuales del desarrollo científico, se apuesta por el intercambio con las universidades y el empleo de la ciencia para solucionar las problemáticas del desarrollo, indagando posibles alternativas para alcanzar resultados, lograr el encadenamiento productivo, reducir importaciones y ampliar los rubros exportables, y también debido a ello, “la educación superior tiene un alto peso en el SCTI y se proyecta a ampliar su implicación, mediante el fortalecimiento de su infraestructura científico tecnológica y su potencial científico, así como sus resultados investigativos orientados al desarrollo y a la innovación y mediante proyectos de innovación conjuntos con en el sector productivo y los territorios (León, et al., 2021).

Ante el nuevo paradigma científico-tecnológico se consolida un nuevo modo de producción de conocimientos, el que demanda cambios en la práctica científica y su relación con la sociedad. Se basa en la producción de conocimientos en el contexto de aplicación, con la intención de satisfacer un interés práctico para la búsqueda de soluciones a problemas determinados, donde su identificación y la correspondiente investigación que se despliega, se hace a través de una compleja interacción entre especialistas, usuarios y otros actores organizados en redes de colaboración, siendo un requerimiento la formación de posgrados en el vínculo universidad –empresa (Concepción, et al., 2020) y desde especialistas de la empresas (González, et al., 2020). El conocimiento se consolida como un elemento de importancia estratégica para la sociedad, como recurso imprescindible para poder avanzar, al entrar en una economía basada en recursos intangibles como la información y el aprendizaje por lo que, “*en la implementación del MGGI se despliegan las políticas, normas jurídicas, tecnologías y herramientas de la calidad, la Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i), la comunicación social, la información y la informatización de la sociedad*”. (Díaz Canel, et al., 2021)

El mayor problema radica en conciliar y combinar las cuestiones que nacen de las exigencias sociales y económicas, por un lado y el intrínseco desarrollo de la ciencia por otro. Ningún país será capaz de mantener su lugar en el mundo sin hacer uso positivo y planificado de la ciencia.

Desarrollo

La ciencia se nos presenta como una institución social, como un sistema de organizaciones científicas, cuya estructura y desarrollo se encuentran estrechamente vinculada con la economía, la política, los fenómenos culturales, con las necesidades y las posibilidades de la sociedad dada.

Definida así, la ciencia actual no concibe la producción espontánea y desordenada de conocimientos, sino que su producción, acumulación, síntesis y generación se orienta hacia un proceso de producción social en el que se combina el conocimiento tácito y explícito con la práctica social.

En conclusiones gnoseológicas de estudios vinculados a la teoría del conocimiento, se deja ver de forma clara que existen cosas independientemente de nuestra conciencia y de nuestras sensaciones; que no existe diferencia entre el fenómeno y la cosa en sí, solo entre lo que es conocido y lo que aún no es conocido.

Hay que razonar dialécticamente, con pensamiento materialista para explicar mejor las regularidades del proceso del conocimiento de la realidad y consecuentemente, preparar mejor el pensamiento subjetivo de los individuos para esta tarea. Lenin, resalta la idea de no suponer jamás que nuestro conocimiento es acabado e inmutable, sino que es imprescindible indagar la manera en que el conocimiento nace de la ignorancia, de qué manera el conocimiento incompleto e inexacto llega a ser más completo y más exacto.

Reconoce la realidad objetiva como la fuente y el contenido de los conocimientos y que es a través de su actividad transformadora (práctica y valorativa) que el hombre incorpora progresivamente ese conocimiento a su ser, así como la posibilidad de conocer el mundo en la medida que va incorporando a su caudal de conocimientos aquellos que desconoce. A través de este análisis asume que la unidad entre la objetividad del conocimiento y la correlación entre la verdad absoluta y la verdad relativa, conduce a la fortaleza del conocimiento que se crea. Considera a los objetos como el contenido del reflejo y que este no podrá existir sin la existencia de los que refleja, que tiene carácter procesal, y no es pasivo, sino activo y creador vinculado a la actividad práctica del hombre.

Referido al método de reconstrucción de la realidad por el pensamiento, se ha señalado, por Marx, que el método científico correcto es el método del ascenso de lo abstracto a lo concreto. Para su aplicación, es necesaria la existencia de premisas tales como: la existencia real de lo concreto, la actividad práctica objetiva del hombre social y la forma sensible inmediata del reflejo de lo concreto en la conciencia de los individuos.

Si en el pasado, las cuestiones a las que se podían dar respuestas racionales se encontraban en el campo de las matemáticas y en el resto de los campos se obtenían resultados parciales, extraídos de la experiencia para ser aplicados en la técnica; con la aparición del método científico se inicia un largo recorrido para aplicarlo al resto de los asuntos que conciernen a la sociedad.

Siguiendo esta lógica, se ha enfatizado en que la construcción del conocimiento avanza por un proceso complejo y contradictorio, desde lo abstracto a lo concreto, del fenómeno a la esencia, de la contemplación viva al pensamiento abstracto y de este a la práctica, a la que reconoce como el punto de vista primero y fundamental de la teoría del conocimiento, pues el fin supremo del conocimiento es servir a la práctica como vía para la solución a los problemas que surgen durante la actividad económico productiva, socio-política y espiritual del hombre.

En consonancia con estas ideas, Plá (2009), considera que la práctica determina el lado activo del proceso del conocimiento que corresponde a la actividad humana y que se vincula directamente con el aspecto subjetivo que transforma la realidad objetiva por medio de su actividad vital. Señala a la verdad como la esencia de esta teoría, a través de la cual se brinda la posibilidad al pensamiento humano de conocer al mundo. De ahí la necesidad de adoptar la posición dialéctica que facilite la comprensión de la complejidad del proceso de conocimiento.

De este análisis se desprende que en la teoría del conocimiento científicamente fundamentada, el conocimiento deviene un proceso de aproximación constante del objeto y el sujeto, que se funda en la práctica y es ella quien la determina por lo que están estrechamente unidos. Se conciben los objetos del conocimiento como productos de una evolución anterior, que dan origen a otros en un proceso histórico, concatenado, que se eleva desde lo abstracto a lo concreto, de lo general a lo particular y que garantiza la reproducción real de la realidad objetiva en el sujeto.

Se pueden enmarcar dos importantes funciones en el proceso de producción de conocimientos: el fundamento teórico de la concepción del mundo y, por otra parte, la metodología general de las ciencias a partir de las cuales se orienta la actividad científica para la selección de las premisas teóricas y metodológicas en las investigaciones.

Estos aspectos constituyen los principios básicos del método científico universal, en los que se apoya la teoría científica del conocimiento que fundamenta el carácter científico de los métodos de investigación que deben regir para todas las ciencias y que se concibe como un proceso creador e inseparable del desarrollo de la teoría de la ciencia y de su aplicación a la práctica social.

Para acelerar los resultados y enfoques multilaterales de las investigaciones, los métodos matemáticos se han convertido en un poderoso arsenal metodológico para la solución de problemas actuales y prospectivos de la industria que posibilitan no solo el desarrollo de los procesos óptimos, sino también la dirección de estos con vista a mantenerlos siempre en los regímenes óptimos y rutas deseadas (Concepción, et al., 2021).

Desde el siglo XIX la ciencia comenzó a dar pasos en la producción de conocimientos en medio de contactos entre diferentes disciplinas. Este fenómeno fue reconocido como “puntos de crecimiento de la ciencia, que son resultado de sus interacciones”, pero es en la segunda mitad del siglo XX en que se hace más evidente la interacción entre las

ciencias. Precisamente son aquellas orientaciones de la ciencia que presuponen la interacción de diferentes ciencias entre sí, la formación de un cierto tipo de grupos complejos de ciencias, el empalme entre ciencias que hasta hace poco parecían extrañas unas y otras, las que adquieren hoy una significación rectora (Klein, 2008).

La dimensión colectiva y compleja del trabajo científico del cual deriva esta interrelación es desarrollada por Kuhn (1971). Enfatizó que la ciencia no se desarrolla a partir de sujetos aislados sino a través de comunidades científicas. El autor considera que a través de la actividad científica colectiva se establecen interrelaciones de los sujetos con el medio social, es decir, se elaboran modelos de solución de problemas, donde se comunican enfoques, métodos, objetivos, y por tanto, rechaza la teoría de la actuación de individuos aislados sino en medio de las interacciones sociales. La ciencia respalda a la comunidad científica, formada por un grupo de científicos que colaboran y comparten experiencias y normas específicas dentro de una línea de investigación, con objetivos específicos que conducen a la respuesta por aclamación para deducir y declarar teorías y leyes.

En este aspecto, como se ha dicho, tiene gran importancia el concepto de socialización, entendido como la condición material que caracteriza el entorno social que envuelve al sujeto, resultando imprescindible para transformarse como ser humano, distinguiéndose su papel activo y la apropiación social del conocimiento, socialmente distribuido y socialmente reflexivo, que concibe no solo el tipo de conocimiento que se produce, sino que también incluye la forma en que se produce, el contexto donde se produce, y cómo se organiza.

Estos procesos transcurren a través del trabajo en equipos sobre la base de la interdisciplinariedad, elemento que según refiere Núñez (1999), se asocia a la cooperación orgánica entre miembros de un equipo, lógica específica de comunicación, barreras que se suprimen, fecundación mutua entre prácticas y saberes; cuyo objetivo define: es emprender el conocimiento de algo complejo y la tarea de dar respuesta a estos.

Una mirada hacia la interdisciplinariedad ha constituido núcleo central en el estudio de varios investigadores (Horruitiner, 2008; León, 2012), quienes arriban a las siguientes conclusiones de sus estudios: que la interdisciplinariedad constituye el nivel de integración del conocimiento mediante el cruzamiento y el establecimiento de relaciones de interacción entre dos o más disciplinas, cuyo resultado es una intercomunicación y enriquecimiento mutuo.

En la Figura 1, se esquematiza la secuencialidad para establecer teorías y leyes.

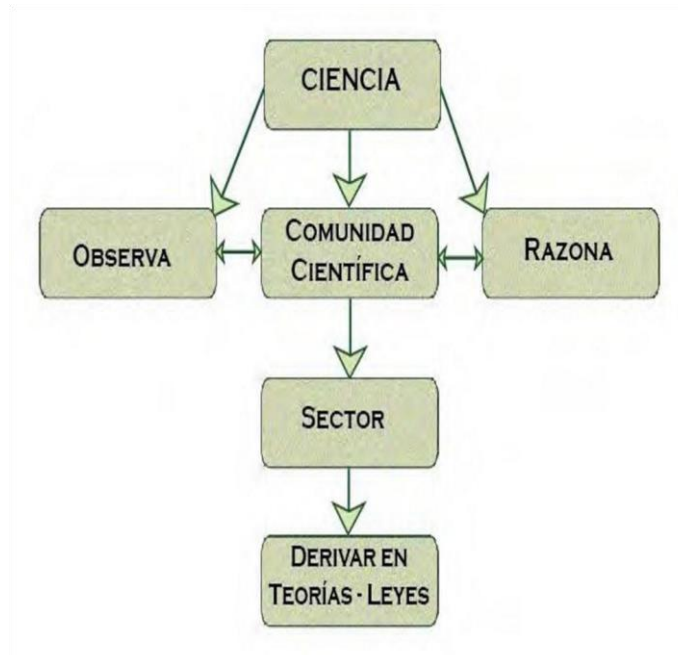


Figura 1. Aproximación vectorial de la ciencia. **(Fuente:** Cortes et al, 2021)

En el intento de alcanzar este objetivo se establecen relaciones basadas en la participación y cooperación entre los sujetos que intervienen en un estudio específico, en el que se desencadenan puntos de encuentro, el enlace de diferentes disciplinas y a su vez, lleva implícito el trabajo científico coordinado, con la combinación de fortalezas y debilidades, el estímulo hacia nuevas formas de comunicación y socialización del proceso de investigación y de sus resultados y la utilización de forma colectiva de los medios e instrumentos del trabajo de investigación.

La actividad interdisciplinar posibilita una concepción más integradora y humanista de las disciplinas, a partir del enriquecimiento teórico y metodológico que aporta cada una de ellas, que posibilita el enfoque integral para la interrelación y cooperación entre los sujetos para dar respuesta a un problema específico de la práctica, con lo cual se fortalece su componente axiológico. Bajo este enfoque la interdisciplinariedad se dimensiona y operacionaliza al estar definidos los objetivos y las acciones a desarrollar en cada una de las etapas; se acciona sobre la contradicción entre la progresiva especialización de los saberes y la imprescindible integración de estos en un conjunto ordenado y coherente (MacLeod & Nagatsu, 2018).

No obstante, es importante distinguir e investigar entre lo que es general y uno los diferentes estilos de pensamiento y lo que distingue unos de otros que implica la orientación hacia los diferentes aspectos y su acoplamiento para convertirlos en un factor generador de nuevos conocimientos científicos que acelere la introducción de las ideas científicas en la práctica.

Esta interrelación entre las diferentes disciplinas constituye una tarea inter científica que conduce a la conexión de la ciencia con la producción, en la que no queda aislada la incorporación de los decisores de las entidades encargadas de la actividad productiva

para lograr la rápida materialización de los resultados científicos en la esfera económica (Hvidtfeldt, 2017).

Esta integración entre las demandas sociales, la actividad científica integrada y la producción, constituye el fundamento sobre el cual se despliega la ciencia actual, como fuerza productiva directa, en aras de solucionar los problemas del desarrollo científico, técnico y social.

El empleo de los métodos matemáticos en la investigación científica y su relación interdisciplinar.

La creciente inserción de los métodos matemáticos en el campo del conocimiento científico, responde a un grupo de factores que se relacionan con aspectos económicos, culturales y sociales que se corresponden con la lógica del movimiento de pensamiento científico. La complejidad de los objetos de investigación de la ciencia actual presupone la necesaria aplicación de los métodos matemáticos. La tendencia a la incorporación de estos métodos ha requerido un cambio en el paradigma que asumen los científicos y especialistas, quienes con frecuencia ofrecen resistencia y oposición al negar su empleo debido al desconocimiento de las posibilidades que aportan durante el proceso investigativo.

No obstante, es irrefutable el hecho de que el empleo de los métodos matemáticos constituye un paso de avance en la interdisciplinariedad y a su vez representan un peldaño superior en el desarrollo científico. Una de las causas que ha incidido en la amplia aplicación de la matemática en la ciencia actual, responde a que muchas de sus ramas se han sometido a un nivel cualitativamente nuevo derivado de las propias demandas y particularidades de la nueva oleada científico-técnica que se despliega. El empleo de los métodos durante el procesamiento de los datos empíricos hasta la propia creación de una teoría, constituyen un momento clave que posibilita el avance del conocimiento científico. En estas fases de la actividad científica se utilizan ampliamente, como ha señalado Michelsen (2015), los conceptos abstractos y sus interrelaciones, por lo que la matemática es el mejor instrumento para el estudio de las relaciones abstractas y el establecimiento del vínculo con el desarrollo del aparato conceptual de la ciencia específica.

Cada vez son más las ramas de la ciencia que deciden emplear los métodos matemáticos, y más aún las que optan por asumir el estilo propio del pensamiento matemático para el análisis y la consecución de la actividad investigativa. La aplicación de los métodos matemáticos ha sido incorporada ampliamente en muchas ramas de la ciencia al convertirse en arma cotidiana en las manos de físicos, químicos e ingenieros durante la actividad científica y profesional que despliegan (English, 2009).

Muestra de esta afirmación lo constituyen el empleo de los métodos probabilísticos-estadísticos en la economía, en actividades que van desde la planificación hasta el control de la calidad de los procesos productivos; los métodos de la teoría de las probabilidades, como fundamento para la elaboración de la teoría cuantitativa de la

información que incide en los procesos de dirección; la teoría de la toma de decisiones que utiliza los conceptos y métodos de la teoría de las probabilidades y la estadística; la lógica matemática en el procesos de programación de tareas en los equipos cibernéticos; la teoría de la relatividad y muchas otras, dictada por el propio nivel de desarrollo alcanzado por estas teorías. En estos ejemplos se pone de manifiesto el crecimiento de la abstracción de la matemática y con ella se hacen más complejos los vínculos con el resto de las ciencias que, con la ayuda de los conceptos y teorías, logran reflejar los aspectos más esenciales y profundos de la realidad (Pyt'ev, 2018).

De esta forma se confirma la vigencia del pensamiento científico acerca de que estas teorías nos acercan cada vez más a la realidad, cuando se ha expresado que: el pensamiento que se eleva de lo concreto a lo abstracto -siempre que sea correcto- no se aleja de la verdad, sino que se acerca a ella. La abstracción de la materia, de una ley, de la naturaleza, la abstracción del valor, etcétera; en una palabra, todas las abstracciones científicas (correctas, serias, no absurdas) reflejan la naturaleza en forma más profunda, veraz y completa.

La matemática somete a un procesamiento lógico, el análisis, la generalización esquematización de conceptos y teorías, las que gracias a su carácter general y abstracto resultan ser aplicados para la solución de los problemas y situaciones concretas. Esto avizora que en los próximos años el proceso de penetración de los métodos matemáticos en otras ciencias irá en ascenso al incluir su empleo en campos más amplios, profundos e interdisciplinarios. De lo anterior se deduce la importancia de las herramientas matemáticas en la intensificación de los procesos industriales y en particular de la industria química (Mamade, et al., 2016).

La Revolución Científico–Técnica moderna consiste en que se inicia la era de la producción automatizada, de manera que las ciencias se transforman en una fuerza productiva directa. El desarrollo de la ciencia y la técnica ha impulsado los problemas referentes a sus métodos, lo que obliga a una mejor comprensión del nexo interno de los métodos filosóficos con el conocimiento científico concreto.

El método científico de investigación aplicable a todas las esferas de las Ciencias y la Técnica, es la teoría de los sistemas, siendo este un rasgo común que hermana a la teoría general de los sistemas con la metodología filosófica, pues la teoría de los sistemas es un método general de investigación científica que transforma los distintos principios de la metodología filosófica en tal forma que estos adquieren significado heurístico en el conocimiento especializado.

La cibernética es el método de la Ciencia que analiza bajo su aspecto funcional los procesos de dirección y optimización de los sistemas; de modo que la cibernética como método, ocupa un lugar intermedio en la aplicación del método científico general (dialéctica materialista) y en los métodos específicos de las ciencias particulares, siendo un fruto del desarrollo científico moderno, dado que las ideas de cada época se ven en sus técnicas.

Las ciencias modernas han desarrollado las ideas de la simulación, los métodos de análisis y las síntesis de los sistemas, por lo que la modelación matemática, interpretada, como la representación de la verdad relativa de un lado de un fenómeno, pertenece al campo de la Ciencia, que estudia la Cibernética Matemática. El desarrollo de estos métodos se ha convertido en un problema cardinal de la ciencia, pues en ello, está planteado tanto desde el punto de vista de las demandas de la práctica, como desde el de la lógica interna de la evolución de la propia Ciencia.

En la actividad cognoscitiva del hombre en aras de alcanzar su introducción en la práctica, el empleo de la modelación matemática posibilita la profundización de los conocimientos y se convierte a su vez, en método que direcciona la toma de decisiones acerca de nuevas técnicas para resolver problemas en el contexto tecnológico actual (Voronkova, et al., 2018).

La modelación y los modelos juegan un papel decisivo para la solución de los problemas planteados en el análisis de procesos, por ello es que el desarrollo y utilización de los modelos es una de las tareas más importantes a realizar en la actualidad. Ellos pasan a ser herramientas importantes de trabajo, cuya efectividad en la solución de problemas industriales aumenta y se perfecciona cada día (Lingefjård, 2006).

En la actual etapa del desarrollo de la ciencia y la técnica, la producción impone tareas con muchos años de anticipación a éstas. Esta necesidad del desarrollo ha sido satisfecha por los modernos métodos cibernéticos, que con la simulación de los fenómenos se interesó por una de las cualidades del pensamiento humano, la previsión, el pronóstico, por lo que la cibernética imprime un carácter cualitativamente distinto al progreso técnico.

La previsión científica no es una tarea fácil, incluso con la ayuda de la cibernética, así que el estudio y la aplicación de los métodos filosóficos más avanzados en la investigación de las ciencias particulares, es uno de los puntos esenciales del crecimiento de las ciencias.

En la literatura científica vinculada a los estudios de los modelos matemáticos, se aborda su definición a través de la óptica de varios autores. En todas estas definiciones se reconoce como elemento común, que el modelo se traduce en un representante intermedio entre el objeto que se estudia y el sujeto que investiga, lo que se puede resumir como que el modelo matemático es una verdad relativa que refleja determinadas características de los fenómenos estudiados.

El fundamento de un modelo, es el estudio del fenómeno, la experiencia, pues en la base de cualquier modelo esta nuestra concepción acerca del contenido de los fenómenos, la que se forma en la práctica. La abstracción resultante del estudio de la experiencias lo que lleva a la concepción del modelo, a la generalización teórica, cosa esta que facilita la matemática con su preciso aparato lógico y *“como ocurre en todos los campos del pensamiento humano al llegar a una determinada fase del desarrollo, las leyes abstractas del mundo real se van separando de este mundo real”* (Engels, 1962) por lo que pueden

estudiarse independientemente de los sistemas reales, actuar sobre ellos y obtener las conclusiones que permitan planificar y ejecutar la dirección el fenómeno real con previsión científica.

Al examinar los aspectos concernientes a la modelación matemática de los procesos continuos se debe prestar esmerada atención al propósito fundamental para el cual se selecciona su empleo. No resulta conveniente dejarnos influir por la posible excelencia teórica de la presentación matemática de determinado modelo, por el hecho de que sea elegante.

Esto implica que debe realizarse un balance entre la realidad del fenómeno y el modelo que resulta conveniente emplear. Al respecto Rudd & Watson (1968), sentenciaron *“no utilizar una compleja técnica para resolver problemas que pueden ser resueltos por un análisis simple”*.

Debido a la complejidad de los procesos reales y las limitaciones de las matemáticas, cualquier modelo que sea desarrollado, está sujeto a ser idealizado y generalmente solo representa fielmente alguna de las propiedades del proceso, con el objetivo de salvar esta limitante en lo posible

La calidad de un modelo matemático está determinada por la precisión con que coincidan los procesos en el sistema real con los procesos obtenidos mediante el modelo, por ello debe existir:

- Concordancia objetiva con el propio sistema.
- Posibilidad de sustituir el sistema en el proceso del conocimiento.
- Propiedad de suministrar información práctica sobre el sistema.

En el proceso de conocimiento en la ciencia actual, la interacción entre el objeto y el sujeto se establece a través de una relación dialéctica regida por la unidad entre el sujeto y el objeto, la que constituye una necesidad en las etapas de penetración en la esencia de la realidad objetiva, aspecto que la hace significativamente superior a la práctica científica en otros momentos históricos.

En el proceso de modelación se produce una abstracción necesaria la cual se manifiesta en dos momentos fundamentales: para la creación del propio modelo y durante la ejecución de las abstracciones e identificaciones con lo cual se manifiesta una enorme fuerza integradora.

No obstante, en el propio proceso de abstracción se realiza un aislamiento del objeto en sus partes y de sus vínculos con otros objetos, lo que hasta cierto punto modifica las propiedades del objeto por lo que resulta imprescindible, una vez realizado el estudio, integrarlo al todo para ver su comportamiento en su Interacción con otros objetos que se manifiesta durante la actividad concreta y real dada por la unidad del mundo material.

Por tanto, la modelación tiene como finalidad servir de transmisor de la información del objeto al sujeto basada en la unidad del mundo material, en concordancia entre el modelo

que se elaboró y el objeto real que permite conocer el comportamiento del fenómeno en los diferentes niveles en que se organiza la materia (Fernández Rivas, et al., 2018).

De este análisis se desprende que en la solución de los problemas que enfrenta la ciencia moderna, juega un papel esencial el método de modelación como elemento integrador y por su función optimizadora en la actividad científica.

Conclusiones

En la etapa actual del desarrollo social y científico-técnico alcanzado, es preciso prestar especial atención a la teoría y práctica de los procesos de integración del conocimiento. En la ciencia se ofrece un campo fértil donde se puede establecer procesos integradores, en la que no solo se convierte en una fuerza productiva directa, sino que en ella se dan las condiciones propicias para desarrollar la ciencia con un elevado potencial que la convierte a su vez, en una fuerza social transformadora.

La actividad científica investigativa no solo lleva implícito la producción del conocimiento, también debe propiciar las condiciones para su transmisión, sobre la base del trabajo organizado en equipos interdisciplinarios que conduzcan a la satisfacción de las necesidades individuales y colectivas como una experiencia de conexión de la ciencia con la producción, la economía, la educación y la cultura en general, de las que depende el éxito del desarrollo científico esperado.

La ciencia y la introducción de los resultados científicos en la producción, adquieren relevantes funciones sociales por lo que deberán estar orientadas al desarrollo armónico y proporcional de la ciencia de manera que contribuya al desarrollo integral de la técnica, la producción y la economía.

Esto reafirma la necesidad de reforzar los vínculos entre todas las disciplinas que intervienen en la solución de las demandas sociales, en aras de contar con un potencial científico integral con el que se pueda garantizar la introducción en la práctica de los resultados científicos.

El progreso de la ciencia está disolublemente unido al reforzamiento del papel de la matemática en la elaboración de sus teorías. Atendiendo al nivel de desarrollo alcanzado en la ciencia específica y con el apoyo de los métodos matemáticos, posibilita expresar con mayor precisión los principios en que se basa una teoría, se articulan las relaciones y dependencias entre las propiedades y los parámetros; así como de importantes instrumentos para arribar a conclusiones en el proceso investigativo.

Referencias bibliográficas

Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., López Bastida, J. & Ramos Miranda, F. (2021). Gestión del conocimiento en la proyección científica de la industria química mediante diseños experimentales Universidad y Sociedad. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 446-451.

- Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., Miño Valdés, J.E., & Ramos Miranda, F. (2020). El postgrado: aspecto clave para los proyectos de desarrollo local en el vínculo universidad – empresa. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(5), 364-369.
- Cortés Martínez, R., Concepción Toledo, D. N., Ramos Miranda, F., & López Bastida, E. J., & González Suárez, E. (2021). Los métodos de investigación científica y la interdisciplinariedad en la intensificación industrial: impacto económico y social. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 110-117
- Díaz-Canel Bermúdez, M. M., & Delgado Fernández, M. (2021). Gestión del gobierno orientado a la innovación: Contexto y caracterización del Modelo. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 6-16.
- Engels, F. (1962). Antidühring, https://www.fundacionfedericoengels.net/images/PDF/engels_antiduhring_interior.pdf
- English, L. D. (2009). Promoting interdisciplinarity through mathematical modeling. *ZDM Mathematics Education*, 41, 161-181.
- Fernández Rivas, D., Castro Hernández, E., Villanueva Perales, A.L. & Van der Meer, W. (2018). Evaluation method for process intensification alternatives. *Chemical Engineering & Processing: Process Intensification*, 123, 221-232.
- Horruitiner, P. (2008). La universidad cubana: el modelo de formación. Editorial Universitaria Félix Varela.
- Hvidtfeldt, R. (2017). Interdisciplinarity as Hybrid Modeling. *Journal for General Philosophy of Science*, 48, 35–57.
- Klein, J.T. (2008). Evaluation of Interdisciplinary and transdisciplinary Research: A Literature Review. *American Journal of Preventive Medicine*, 35(2), 116 - 123.
- León Díaz, O., Pierra Conde, A., García Cuevas, J. L. & Fernández González, A. (2021). La Educación Superior Cubana en el escenario actual del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 371-381.
- Lingefjärd, T. (2006). Faces of mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, 96-112.
- MacLeod, M., & Nagatsu, M. (2018). What does interdisciplinarity look like in practice? Mapping interdisciplinarity and its limits in the environmental sciences. *Studies in History and Philosophy of Science Part A*, 67, 74-84.
- Mamadé Toure, B., González Suárez, E., Curbelo Sánchez A., Peralta Suárez, L.M., & Miño Valdés, J.E. (2017). Herramientas de investigación para incrementar el impacto de la ciencia en la industria química. *Revista Científica de la UCSA*, 4(2), 58-67.
- Michelsen, C. (2015). Mathematical modeling is also physics-interdisciplinary teaching between mathematics and physics in Danish upper secondary education. *Physics Education*, 50(4), 489-494.
- Núñez, J. (1999). La ciencia y la tecnología como procesos sociales: lo que la educación científica no debería olvidar. Editorial Félix Varela.
- Plá León, R. (2009). Teoría del conocimiento: en Filosofía Marxista I. Editorial Universitaria Félix Varela.
- Pyt'ev, Y. P. (2018). Mathematical Methods of Subjective Modeling in Scientific Research: I. The Mathematical and Empirical Basis. *Moscow University Physics Bulletin*, 73, 1–16.

Rudd, D.F., & Watson, C.C. (1968). *Strategy of Process Engineering*. John Wiley.

Voronkova, O. Y., Zadimidcenko, A. M., Goloshchapova, L. V., Polyakova, A. G., Kamolov, S. G., & Akhmetshin, E. M. (2018). Economic and mathematical modeling of regional industrial processes. *European Research Studies Journal*, 21(4), 268-279.

.

Capítulo X: El papel de la colaboración internacional y la vinculación universidad-empresa en la terminación de los resultados científicos.

Autores: Erenio González Suárez, Juan E. Miño Valdés, Diana N. Concepción Toledo.

Introducción

El propósito supremo de toda investigación científica, que fundamenta el esfuerzo de los investigadores y el uso de los recursos materiales y financieros que se invierten, es la creación del conocimiento más acabado del mundo en que vivimos y su aplicación en beneficio al desarrollo económico y social de los países.

Por ello, es de vital importancia que en el diseño investigativo se avizore desde un inicio las posibilidades de su impacto a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, para que los conocimientos, expresados en resultados científicos, puedan ser asimilados y aplicados por los sectores que los necesiten deben estar disponibles en forma adecuada. En las empresas productivas el proceso innovador expresado como el conjunto de conocimientos tecnológicos que se incorporan a la producción de bienes o servicios puede adoptar una gran variedad de formas. Pero su fin es la obtención de nuevos o mejorados productos o procesos, que cumplan con las exigencias competitivas contemporáneas.

El rol de la ciencia y la innovación tecnológica cobra mayor fortaleza cuando se logra una vinculación efectiva, masiva y perdurable con el sector productivo. Así se consolidan las capacidades de servicios y asistencia técnica al cliente en los centros de investigación y desarrollo, así como la generación de conocimientos a través de las acciones de mejoras dentro de las organizaciones productivas.

Ambas capacidades constituyen el ámbito fundamental de interés del desarrollo de la esfera productiva y de servicios, así como en la capacidad sistemática de generar nuevos conocimientos de los centros de investigación y desarrollo, actividad en la que es necesaria una alianza efectiva entre las esferas de generación de nuevos conocimientos y los usuarios empresariales de estos conocimientos en la búsqueda del incremento de la competitividad de ambos sectores de la sociedad.

No se puede perder de vista que las investigaciones deben estar dirigidas hacia los intereses de los productores, quienes establecen estos intereses sobre la base de la demanda de diferentes productos en el mercado y que al final constituyen una oportunidad para ambas partes, es decir, para productores y para investigadores como representantes genuinos de las instituciones académicas con la inclusión de centros de investigación científica y las empresas respectivamente.

Estos argumentos han servido de antecedentes para desarrollar las acciones investigativas que basadas en la colaboración entre los centros de investigación con el sector empresarial, se persigue el objetivo de crear conocimientos a partir de la determinación de las demandas tecnológicas de las empresas productoras de la industria

de procesos químicos y fermentativos, de manera que se garantice a través de su introducción, el alcance de un rápido impacto de los resultados de las investigaciones, pues se concibe el proceso del desarrollo científico desde la idea novedosa del investigador hasta convertirla en un producto que va al mercado a enfrentar el reto de la competitividad.

Desarrollo

Fundamentos del vínculo de los centros de generación de conocimientos y la creación de nuevas oportunidades de crecimiento económico en un territorio.

El impacto de la ciencia y la innovación tecnológica ha generado cambios duraderos en la economía, la ciencia, la tecnología y el Medio Ambiente reflejado en sus indicadores como resultado de la ejecución de acciones de investigación y desarrollo.

Estos procesos introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías, que expanden su acción hasta producir una verdadera modificación en los patrones y en el comportamiento de la economía y la sociedad en su casi totalidad, esta es su característica esencial, al modificar cualitativamente parte de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción vigentes.

Por otro lado, si bien es una realidad que las instituciones académicas no son los únicos centros de producción de los conocimientos, lo que sí se afirma es que la Educación Superior es el elemento socio institucional básico de producción de los trabajadores del conocimiento y que, junto con ello, ha cobrado cada vez más importancia el papel de las instituciones de la Educación Superior en la transferencia de conocimientos y tecnología hacia la producción y la sociedad (Waissbluth, 1994).

Así pues, la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior está muy vinculada a la ciencia, a la tecnología, al mercado y por último a la sociedad, es esta la que realmente se satisface con los productos que se generan con los resultados de las investigaciones científicas.

De manera que solo se conseguirán resultados verdaderamente impactantes en las economías de los diferentes países cuando se logre que la propia concepción, planificación y ejecución del trabajo científico investigativo esté orientado a la culminación del ciclo completo de la investigación. Esto se fundamenta en numerosos ejemplos que demuestran que una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la introducción de su producto científico, siempre y cuando realmente se desarrolle sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los factores de ampliar el producto que demanda el mercado, y que indudablemente crea nuevos retos a los investigadores y con ello nuevos conocimientos generados, lo que sin duda contribuye a la creación de capacidades investigativas.

Es necesario considerar los ámbitos de la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior. Realmente los ámbitos de las empresas y de los Centros de la Educación Superior son diferentes, como se observa en la Figura 1, las áreas de acción

de las empresas están enmarcadas en la Ciencias, la Tecnología y el Mercado, es el alcance de la Educación Superior más amplio, e incluye su estrecho vínculo con la sociedad.

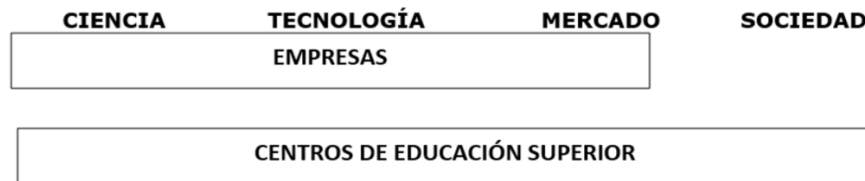


Figura 1. Ámbitos de las empresas y los centros de la educación superior. Fuente: (Cunnigham et al., 2002)

En adición a esto, la Ciencia y la Tecnología son dos universos diferentes, pues el impacto de una tecnología se mide por el problema de mercado que resuelve, y la complejidad tecnológica es ajena a esta relación (Cunnigham, Laborde & González; 2002).

Además, es necesario tener siempre en cuenta que sin mercado una tecnología y su producto son meras curiosidades técnicas, que la tecnología es el único medio de generar riqueza (no hay valor agregado sin tecnología), que las ventajas competitivas de un país surgen de su capacidad para la gestión tecnológica, que incluso en un país desarrollado, no innovar en tecnología es un riesgo que puede ser muy costoso.

Lo anterior, sin embargo, no excluye que la competitividad generada por la empresa depende, en un alto porcentaje, del nivel tecnológico alcanzado y de la velocidad de actualización del mismo, lo que hace que tengan una especial relevancia para la empresa el acervo tecnológico y la capacidad de aprendizaje tecnológico, lo que está en sus bases vinculado a la formación y creación científica de los aliados de las empresas y de sus propios especialistas, que es más o menos competitivos si son capaces de mantener de forma creciente la capacidad de generar conocimientos.

Por ello, ante los dos caminos posibles de abordar el trabajo científico, se debe saber discernir cuál es el correcto y cuál el equivocado (Figura 2).

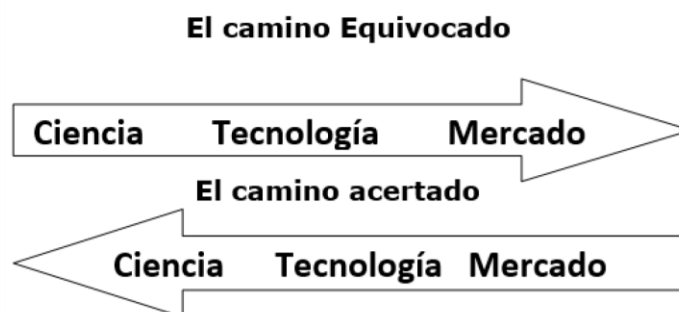


Figura 2: Posibles caminos para el vínculo de la ciencia, la tecnología, el mercado y la sociedad. Fuente: (Cunnigham et al., 2002)

De todo lo anterior se infiere que el camino necesario para llevar adelante de forma fructífera el trabajo investigativo en aras de lograr un ciclo completo y de introducir los resultados del trabajo científico investigativo lo constituyen las alianzas estratégicas con el sector empresarial y de servicios para su desarrollo prospectivo, lo que permite esbozar también las demandas de la política científica, al considerar además y junto con ello la dialéctica del desarrollo de las ciencias mismas, prever las mejores alternativas de generación de conocimientos en la formación de las generaciones futuras.

Estudio del contexto para la aplicación de la experiencia: provincia de Misiones, Argentina

La provincia de Misiones se ubica en el extremo nordeste del país, a modo de cuña entre las repúblicas de Brasil y Paraguay, con las que comparte una línea de frontera de casi 1.000 km. Cuenta con una población de alrededor de 960.000 habitantes (INDEC, 2001), de ellos el 32% de la población reside en ciudades de menos de 2.000 habitantes o en el campo, en tanto la media nacional ronda el 10%.

La economía es eminentemente agrícola y agroindustrial con predominio de los cultivos industriales como la yerba mate, el té, el tabaco y la forestación, tanto de bosques nativos como de especies implantadas. El sector manufacturero está concentrado en las áreas de celulosa y papel, la transformación de la madera y la elaboración de productos como la yerba mate y el té.

Los aserraderos y las fábricas de pasta celulósica y papel configuran el sector más dinámico de la economía misionera, junto con la actividad de la construcción, que en las últimas décadas ha crecido por encima del promedio provincial.

En el sector terciario, el turismo es la actividad más significativa y el sector manufacturero se limita a las primeras fases de la transformación de la materia prima.

Misiones se sitúa en el corazón geográfico del Mercosur, se vincula con los estados brasileños y los departamentos del Paraguay que configuran las áreas más prósperas de sus respectivos territorios nacionales. Se configura la única área geográfica mundial con la que Argentina logra intercambio superavitario en los años recientes (Misiones/Brasil, 1999). Hasta el presente, Misiones no ha podido imponer las ventajas comparativas asociadas a su condición geográfica a fin de participar más activamente.

El sector forestal es un componente muy importante de la economía de la Provincia de Misiones. Un estudio emprendido (República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2009) muestra que el uso de la tierra en Misiones es predominantemente forestal.

En consecuencia, en la provincia de Misiones, se está muy lejos de alcanzar un razonable desarrollo manufacturero, y mucho menos un adecuado nivel de integración de las diversas ramas de la producción y de las cadenas productivas.

La incorporación de los resultados de la ciencia y la innovación tecnológica constituyen asignaturas pendientes en las que se puede basar el necesario impulso al desarrollo económico de la provincia. Las ventajas de la colaboración internacional constituyen una cantera importante para la transferencia y asimilación de tecnologías que respondan a tales necesidades.

Procedimiento para el desarrollo de tecnologías bajo la concepción de la colaboración

En el marco de la realidad del contexto de la provincia de Misiones y su entorno regional se encaró el estudio de la oferta y demanda tecnológica a través de la acción conjunta de los gestores tecnológicos en la unidad de vigilancia tecnológica (UVT) conjunta, constituida por las oficinas de interfaz de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), Cuba y la Oficina de Vinculación Tecnológica de la Universidad de Misiones (UM).

A partir de este estudio surgieron distintas posibilidades de cooperación con la alternativa de generar empresas de base biotecnológica en el Parque Tecnológico Misiones, a partir de una exitosa experiencia de la UCLV entre ellas, el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), en la micro propagación in vitro del cultivo de tejido de especies vegetales, en escala industrial en las llamadas biofábricas.

El proceso desarrollado en la UVT de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UM con la presencia efectiva de un gestor tecnológico de la UCLV, devino en denominarse UVT Conjunta.

Lograda la decisión política del gobierno de la provincia de Misiones, de financiar el mismo, se inicia la etapa de pre incubación, elaboración del plan de negocios, estudio del tipo de empresa que administra el proyecto con participación del sector privado.

Se procede a la firma de un precontrato de transferencia de tecnología y asistencia técnica para la construcción de una Biofábrica en el Parque Tecnológico Misiones. Asimismo, se firma un Acuerdo de Hermandad entre los gobiernos de Misiones y Santa Clara y un convenio para la formación de doctores, docentes investigadores de la UM y la UCLV.

Como resultado de este esfuerzo colaborativo se logra la terminación de 8 resultados científicos respaldados todos en tesis doctorales de docentes de la Universidad Nacional de Misiones, Argentina, cuyas temáticas están encaminadas a ofrecer solución a una demanda específica del territorio y la valoración del resultado para ser introducido en la práctica, a saber (González et al, 2017):

- Vías para la asimilación de tecnologías, resultado del conocimiento de la industria química a través de los Parques Tecnológicos en la colaboración Sur-Sur.
- Estrategia experimental de aplicación de fosfonatos en el pulpado Kraft y blanqueos TCF y ECF.

- Posibilidades microbiológicas, tecnológicas y económicas de producción de un Agente fungicida empleando materias primas de bajo costo en Argentina.
- Preservación de Raíces de Mandioca por Tecnología de Obstáculos.
- Impacto de Buenas Prácticas Productivas en la calidad microbiológica de té Negro.
- Modelo cooperativo de integración flexible de Pymes orientado al desarrollo local.
- Factibilidad de aplicación en municipios de la provincia de Misiones, Argentina.
- Desarrollo de una tecnología para elaborar vino blanco común con vitis no vinífera cultivada en Misiones, Argentina.
- Gestión estratégica de los recursos tecnológicos en pequeños aserraderos de la provincia de Misiones, Argentina, 2014.

Adicionalmente los resultados de estas experiencias han permitido la publicación de tres libros científicos, en los que se recogen los resultados de esta experiencia y su impacto en el desarrollo local y territorial, a saber:

1. González Suárez, Erenio & Juan Esteban Miño Valdés. Editores. Estrategia de cooperación internacional entre Universidades del sur orientadas a superar las limitaciones económicas de una tecnología. Editorial Universitaria. Universidad Nacional de Misiones. 2013. ISBN: 978-950-579-311-2.
2. Mantulak Stachuk, Juan Carlos Michalus Juszczyszyn, Juan Esteban Miño Valdés. Aportes de la academia al Desarrollo local y regional. Editorial Universitaria. UNM. ISBN: 978-950-579-366-2 Posadas 2014.
3. Miño Valdés, Juan Esteban, Erenio González Suárez, José Luis Herrera Garay. Estrategia Innovativa en el desarrollo de una tecnología. Para elaborar vino blanco con uvas no viníferas. Editorial Universitaria. UNM. ISBN: 978-950-579-369-3 Posadas 2015.

Conclusiones

Es factible la terminación de resultados científicos de forma colaborativa mediante la ejecución de proyectos de investigación que se formulen como parte de oportunidades de negocios de las empresas, con la previa identificación de las demandas tecnológicas por parte de las empresas y los centros de generación de conocimientos.

Es posible lograr el incremento prospectivo de la competitividad de los centros de generación de conocimiento a través de un crecimiento en la formación científica, vista multilateralmente, de los investigadores participantes, todo ello, en el concepto de que se requiere acortar el tiempo entre la investigación, la innovación y el producto final.

Es necesario, con visión de futuro, trazar una estrategia de investigación a largo plazo que permita asegurar el desarrollo sostenido de los centros de investigación y su visibilidad.

Referencias bibliográficas

- González Suárez, E., Miño Valdés, J. E., & Concepción Toledo, D. N. (2017). El papel de la colaboración internacional y la vinculación Universidad-Empresa en la terminación de los resultados científicos. *Universidad y Sociedad*, 9(2), 232-236. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- González Suárez, E., & Miño Valdés, J. E. (2013). Estrategia de cooperación internacional entre Universidades del sur orientadas a superar las limitaciones económicas de una tecnología. *Misiones: Universitaria*.
- Cuningham, R., Laborde, M. A., & González, E. (2002). La gestión de proyectos en la gerencia de conocimientos para el uso de la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Experiencia y proyección. Ponencia en I. Encuentro Nacional e Internacional de Gestión Tecnológica. Caracas.
- Mantulak Stachuk, J. C., Juscyszczyn, M., & Miño Valdés, J. E. (2014). Aportes de la academia al Desarrollo local y regional. *Misiones: Universitaria*.
- Miño Valdés, J. E., González Suárez, E., & Herrera Garay, J. L. (2015). Estrategia Innovativa en el desarrollo de una tecnología. Para elaborar vino blanco con uvas no viníferas. *Misiones: Universitaria*.
- República Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2009). Plan Tecnológico Regional Consejo Regional Misiones 2009-2012. Recuperado de http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmpplan_tecnolgico_regional_2009-2011_centro_regional_mi.pdf
- Waissbluth, M. (1994). Vinculación de las investigaciones Científicas y tecnológicas con las unidades productivas. En *Ciencia, tecnología y desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*. Caracas: Nueva Sociedad.

Capítulo XI. La actividad postdoctoral: alternativa para impulsar la investigación y desarrollo en la comunidad científica.

Autores: Enrique Gomara Tristá, Diana Niurka Concepción Toledo, Erenio González Suárez.

Introducción

La materialización de las alianzas, entre los Centros de Generación de Conocimientos y las empresas introductoras de estos conocimientos, sólo se puede dar a través de oportunidades de beneficio mutuo, lo que estará determinado para las nuevas oportunidades de colaboración que se posibiliten por el incremento de la competitividad que proporcionen los resultados del conocimiento a las empresas usuarias de estos conocimientos, y desde luego por los beneficios que esta introducción produzcan en los centros de Generación de Conocimiento, lo que puede materializarse a través de la introducción de los resultados científicos cuando se investiga a ciclo completo.

No se puede perder de vista que las investigaciones deben estar dirigidas hacia los intereses de los productores, quienes establecen estos intereses sobre la base de la demanda de diferentes productos en el mercado y que al final constituyen una oportunidad para ambas partes, es decir para productores y para investigadores como representantes genuinos de las instituciones académicas incluyendo los centros de investigación científica y las empresas respectivamente.

Es una acción estratégica de las universidades el crecimiento, sistemático y continuo, de sus recursos humanos más calificados, precisando incluso la obligación de los líderes y punteros científicos de mantener su fuerza de tracción sobre los colectivos docentes y a través de ellos transmitir a los más jóvenes la necesidad de trabajar en las siempre crecientes necesidades de la sociedad, sin entretenerse en el éxtasis de los “oasis científicos”, ni frenarse por los obstáculos que se presenten en ese esfuerzo por incrementar el impacto del conocimiento colectivo en el beneficio del país.

Es un requerimiento de los promotores y líderes científicos universitarios el reconocimiento profesional del mundo empresarial y la visibilidad científica.

No obstante el esfuerzo que en la actividad de postgrado, específicamente en la de formación de doctores, se ha realizado desde los años setenta del pasado Siglo XX y el tradicional vínculo con la producción y los servicios de las universidades cubanas, dos fenómenos negativos se han presentado: por un lado el impacto de la investigación científica no ha mantenido la dinámica requerida para la economía cubana y por otro muchos de los doctores, que en su momento constituyeron el núcleo duro de los investigadores científicos, detuvieron, una vez defendida su tesis doctoral, su ritmo de crecimiento individual por diferentes causas. Esto último se ha manifestado de forma especialmente perjudicial en la Educación Superior mediante dos indicadores de especial significación, no promoción de doctores del segundo grado científico, y papel meramente

formal en la pirámide científica de doctores de años de graduados que seden al empuje de los más jóvenes, no por el relevo natural de generaciones, sino por falta de dedicación sistemática a la creatividad investigativa, lo que se manifiesta como interrupciones perjudiciales en la continuidad del liderazgo científico, reconocimiento profesional y la visibilidad científica y con ello en las escuelas de investigación científicas que son la base de la excelencia de la Educación Superior.

Los factores que explican este estancamiento en el desarrollo científico de valiosos compañeros ha sido, entre otros, la asignación de tareas ajenas a la investigación y creación científica que los ha alejado de esa actividad, también por qué no decirlo, la falta de resistencia para mantener el necesario ritmo creativo investigativo y la carencia de una figura académica y de formación que obligue a superar las dos causas anteriores. Lo anterior, fundamenta la necesidad de elaborar una estrategia de incremento de las capacidades, mediante sistemas de postgrado.

En consecuencia, se ha trazado una estrategia de formación posdoctoral que tiene como objetivos (Concepción et al, 2020):

- Incrementar la competitividad de los doctores de menos desempeño científico.
- Incrementar el impacto en la formación de capacidades de investigación y desarrollo de los doctores de largo y fructífero desempeño.
- Recuperar la capacidad experimental en la investigación de los departamentos universitarios.
- Lograr una actualización científica de los doctores que se han alejado del quehacer científico investigativo o que no han encontrado la continuidad de su labor científica.
- Incrementar el impacto de la generación de conocimientos en la vida económica y social del país.

En el cumplimiento de estos objetivos se ha partido de que la colaboración con el sector empresarial es una vía idónea de crear conocimientos a partir de una adecuada y conjunta determinación de las demandas tecnológicas de empresas, de manera que se garantice a través de su introducción un impacto de los resultados de las investigaciones, pues se concibe el proceso del desarrollo científico desde la idea nueva, novedosa, del investigador hasta que la misma se convierte en un producto que va al mercado a enfrentar el reto de la competitividad. Es el objetivo aquí, exponer las experiencias de aplicación de esta concepción en las investigaciones de la industria y la sociedad.

Desarrollo

Fundamentos del vínculo de los centros de generación de conocimientos y las empresas.

El propósito supremo de toda la actividad universitaria es sin dudas la creación de capacidades humanas y conocimientos para contribuir activamente, en el presente y en el futuro, a la solución de los problemas que para su desarrollo enfrenta la sociedad, en la búsqueda incesante de un conocimiento más acabado del mundo en que vivimos, preparando al docente e investigador universitario para la satisfacción del deseo de transformar ese mundo productivo en beneficio del desarrollo de nuestro país. Por ello

es de vital importancia, que en el diseño de todo esfuerzo investigativo se avizore, desde un inicio, las posibilidades de su impacto a corto, mediano y largo plazo, sin embargo, para que las empresas puedan aprovechar los conocimientos (científicos) deben estar disponibles en forma adecuada.

Es imprescindible la participación de la Ciencia y la Innovación Tecnológica, en una vinculación efectiva, masiva y perdurable con el sector productivo. Esta vinculación es la consolidación de las capacidades de servicios y asistencia técnica al cliente en los centros de generación y desarrollo de conocimientos, así como la propia generación de conocimientos a través de las acciones de mejoras dentro de las organizaciones productivas (Concepción et al, 2014).

Ambas capacidades constituyen el ámbito fundamental de interés del desarrollo de la esfera productiva y de servicios, así como en la capacidad sistemática de generar nuevos conocimientos de los centros de investigación y desarrollo, actividad en la que es necesaria una alianza efectiva entre las esferas de generación de nuevos conocimientos y los usuarios empresariales de estos conocimientos en la búsqueda del incremento de la competitividad de ambos sectores de la sociedad.

Por otro lado, si bien es una realidad, que las instituciones académicas no son los únicos centros de producción de los conocimientos, lo que sí se afirma es que la Educación Superior es el elemento socio - institucional básico de producción de los trabajadores del conocimiento y que, junto con ello, ha cobrado cada vez más importancia el papel de las instituciones de la Educación Superior en la transferencia de conocimientos y tecnología hacia la producción y la sociedad.

Así pues, la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior están muy vinculada a la ciencia, a la tecnología, al mercado y a la sociedad, siendo esta la que realmente se satisface con los productos que se generan con los resultados de las investigaciones científicas.

De manera que solo se conseguirán resultados verdaderamente impactantes en las economías y las sociedades de los diferentes países cuando se logre que la propia concepción, planificación y ejecución del trabajo científico investigativo esté orientado a la culminación del ciclo completo de la actividad científico productiva, lo anterior se fundamenta en numerosos ejemplos que demuestran que una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la introducción de su producto científico, siempre y cuando realmente esta se desarrolla sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los factores de desarrollar el producto que demanda el mercado, y que indudablemente creará nuevos retos a los investigadores y con ello nuevos conocimientos generados lo que sin duda contribuirá a la creación de capacidades investigativas.

En este análisis es necesario considerar los ámbitos de la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior. Realmente los ámbitos de las empresas y de los Centros de la Educación Superior son diferentes, las áreas de acción de las empresas

están enmarcadas en la Ciencias, la Tecnología y el Mercado, siendo el alcance de la Educación Superior más amplio, incluyendo su estrecho vínculo con la sociedad.

Además, es necesario tener siempre en cuenta que sin mercado, una tecnología y su producto son meras curiosidades técnicas, que la tecnología es el único medio de generar riqueza (no hay valor agregado sin tecnología), que las ventajas competitivas de un país surgen de su capacidad para la gestión tecnológica, que incluso en un país desarrollado, no innovar en tecnología es un riesgo que puede ser muy costoso.

Lo anterior, sin embargo, no excluye que la competitividad generada por la empresa depende, en un alto porcentaje, del nivel tecnológico alcanzado y de la velocidad de actualización del mismo, lo que hace que tengan una especial relevancia para la empresa el acervo tecnológico y la capacidad de aprendizaje tecnológico, lo que está en sus bases vinculado a la formación y creación científica de los aliados de las empresas y de sus propios especialistas, que serán más o menos competitivos si son capaces de mantener de forma creciente la capacidad de generar conocimientos.

Por ello, la cooperación tecnológica representa en la actualidad una estrategia competitiva que permite no solo a las empresas avanzar conjuntamente en el desafío tecnológico mediante la gestión adecuada de las alianzas tecnológicas con los centros de generación de conocimientos, sino también a los Centros de Generación de Conocimientos en el fortalecimiento de la formación de su personal con una visión de investigación a ciclo completo que permite retroalimentar las demandas y desafíos del conocimiento revelando el camino de la formación de las nuevas generaciones de profesionales y científicos.

De hecho, tanto para las organizaciones empresariales como para las generadoras de conocimientos, la capacidad de observación y aprendizaje continuo son destrezas fundamentales, para el éxito y donde la institución, la capacidad de anticipación y la velocidad de respuesta determinan la supervivencia de la propia organización.

Por ello las organizaciones de generación de conocimientos deben considerar para la elaboración de su Política Científica entre otras cosas que:

- Cuando se quiere desarrollar una investigación y no se establecen correctamente los objetivos que con ella se quieren alcanzar, se termina finalmente fracasando.
- No se puede llegar a resultados satisfactorios en el desarrollo de una investigación para el logro de un producto útil a la sociedad si se concibe la Ciencia como un conocimiento que solo es válido científicamente, o se concibe una tecnología para un producto sin mercado y mucho menos si no se concibe un impacto socioeconómico positivo en cuanto a valor agregado del producto, rentabilidad, que genere una mejora calidad de vida y una balanza económica positiva.
- No es aconsejable laborar en temas de investigación científica que no resulten en una contribución al propio desarrollo de las instituciones de Generación de conocimientos, lo que se mide en primer término en la formación de recursos humanos.

De todo lo anterior se infiere que el camino necesario para llevar adelante de forma fructífera el trabajo investigativo en aras de lograr un ciclo completo y de introducir los resultados del trabajo científico lo constituyen las alianzas estratégicas con el sector empresarial para su desarrollo prospectivo, lo que permitirá esbozar también las demandas de la política científica, al considerar además y junto con ello la dialéctica del desarrollo de las ciencias mismas previendo las mejores alternativas de generación de conocimientos en la formación de las generaciones futuras.

Por lo que es necesario que los proyectos de investigación se formulen como parte de oportunidades de negocios de las empresas, identificados muchas veces de conjunto por las empresas y el Centro de Generación de Conocimientos, debido al interés de introducir los resultados científicos, que con una actividad investigativa proactiva intensa, se pueden lograr más temprano que tarde, y con su aplicación lograr el incremento prospectivo de la competitividad del Centro de Generación de conocimiento a través de un crecimiento sistemático en la formación científica, vista multilateralmente, de los investigadores participantes, todo ello, en el concepto de que se requiere cada día más acortar el tiempo entre la investigación, la innovación y el producto final.

Cuando se decide gerenciar el desarrollo científico de un Centro de Generación de Conocimientos en estrecho vínculo con las demandas del sector productivo y la sociedad en su conjunto, una alternativa es organizar la labor investigativa a través de los que se conoce como Problemas Económico-Sociales a los que el trabajo científico investigativo de la universidad contribuye en su solución, como una expresión de la demanda del conocimiento que la sociedad y dentro de ella la producción plantea como retos a los Centros de Generación de Conocimientos y colectivos de Trabajo Científico Investigativos en las que según los diferentes sectores del conocimiento organizan sus tareas los investigadores, en este contexto, le ha correspondido al centro de generación de conocimientos en que se ha desarrollado esta experiencia, la coordinación de dos Líneas Científicas.

Por otro lado, en los procesos de transferencia y asimilación de tecnologías siempre habrá incertidumbre y cuanto mayor sea el nivel de incertidumbre, mayor será la resistencia que ofrezcan los agentes afectados de una u otra forma por los cambios tecnológicos, y mayor será también el esfuerzo necesario para realizar el proceso hasta el final (González, 2005).

Es entonces altamente deseable que se optimicen también las estrategias investigativas y de formación de investigadores, lo que indudablemente puede también lograrse a partir de:

- Un adecuado conocimiento y valoración de las tendencias de desarrollo universal sobre una determinada temática.
- Una ágil y efectiva estrategia de investigación experimental en retroalimentación con el estudio de escalado y factibilidad de los procesos tecnológicos, lo que requiere la ingenierización de la investigación.

Los aspectos clave en esta estrategia han sido sin dudas:

- El vínculo con la demanda. Los estudios técnicos, económicos y ambientales. Los estudios previos inversionistas.
- Asimilar los conocimientos que se generan constantemente. Intercambio sistemático con científicos. Vigilancia Tecnológica.
- Gestión del conocimiento y desarrollo prospectivo.
- La minimización de los gastos de investigación. Diseño experimental y la modelación matemática.
- Formación y crecimiento de todos los recursos humanos. Combinación de la teoría, el debate científico y la práctica real.

Incorporación de las actividades posdoctorales a la estrategia de fortalecimiento de las capacidades científicas e investigativa.

Por su importancia en el trabajo futuro y específicamente en el relevo de generaciones, se estableció una vía para la creación simultánea de capacidades científicas y tecnológicas, partiendo de un grupo de ideas básicas sobre la formación de posdoctoral, que son las siguientes:

- Es requerimiento en la formación posdoctoral que la investigación desarrollada tenga aplicación práctica a corto, mediano o largo plazo, siendo en extremo eficaz que la génesis del trabajo de investigación sea una demanda real de la producción.
- Se debe organizar la respuesta a la demanda de conocimiento como un Proyecto de Investigación y Desarrollo con todos los requerimientos organizativos de esta actividad.
- Que el Coordinador del Proyecto debe tener una visión de generador de conocimientos, tutor científico e introductor de resultados.
- Para la solución de un problema real que demanda la sociedad y la producción en el trabajo interno de un Proyecto debe contar con un asistente del responsable del Proyecto encargado no solo del peso operativo de la ejecución del Proyecto, sino, y sobre todo, de la ejecución del trabajo central del proyecto lo que debe redundar en su formación Posdoctoral según sea el caso, así mismo se incorporan al Proyecto otros investigadores en formación, como estudiantes de grado, maestría y doctorado.
- Las sesiones científicas sistemáticas para debatir los resultados y las estrategias de continuación de las labores del Proyecto, con la presencia del Coordinador del Proyecto, pueden ser organizadas por el asistente del proyecto, como una vía e forzar su desarrollo profesional personal de una manera más activa.
- La elaboración periódica de documentos científicos para ordenar las ideas y someterlos a la crítica de otros especialistas.
- La búsqueda sistemática no solo de la solución de los problemas, sino también de los impactos científicos que garanticen la formación en este aspecto.

En esta dirección se deben realizar un conjunto de acciones como vías de lograr la viabilidad de la estrategia elaborada y la ejecución de las ideas básicas para la formación de investigadores científicos y su creciente potenciación de posibilidades, que incluyen:

- Favorecer el vínculo con el desarrollo de la industria química y fermentativa en la región de acción directa del Centro de Generación de conocimientos, lo que constituye un intangible para el desarrollo empresarial (Concepción et al, 2016).
- Incrementar la dinámica en la participación de las empresas y los centros de generación de conocimiento como redes estables de trabajo, no solo con personas sino también con ideas y formas de actuación.
- Favorecer la vinculación con los Parques Tecnológicos de la Región como una vía de establecer oportunidades de terminación de resultados y de transferencia de conocimientos al sector productivo.
- Gestar Proyectos Internacionales, Binacionales y Nacionales con vistas a alcanzar nuevos conocimientos de transferencia al sector productivo

Aquí un aspecto que queda como problema cardinal es el referido al crecimiento científico del asistente del Proyecto, ya sea un joven doctor en actividad posdoctoral por lo que su labor como asistente del proyecto debe implicar:

- Profundización teórica sobre los métodos y fundamentos de la solución de la demanda real que se trata de resolver.
- Control operativo del Trabajo en equipo y del Proyecto en general.
- Representación externa e interna en la ejecución del proyecto en la presentación de resultados.
- Colaboración internacional en las investigaciones con expertos de otros países para conocer directamente diferentes enfoques en el trabajo investigativo.
- Preparación de tareas de divulgación del Proyecto y sus resultados.
- Contacto directo con los introductores del resultado.
- La formulación de Proyectos de apoyo, con instituciones financieras de las labores de investigación nacionales e internacionales.
- Colaborar en la asesoría de trabajos doctorales por la importancia que el posgrado tiene en el desarrollo local (González, 2018).
- El desarrollo de estudios posdoctorales en el contexto de la coasesoría de un trabajo doctoral insertado en un proyecto de investigación con el objetivo de superarse como tutor donde aprendan los doctores jóvenes de los más experimentados.

Requisitos y definiciones:

Los requisitos para la realización de actividades posdoctorales son:

- Que se ejecute en el contexto de los proyectos aprobados de la línea de investigación.
- Que los resultados alcanzados sean transferibles a las empresas de producción a mediano o corto plazo y tengan desde el primer momento un usuario interesado.
- Que se incluya en el posdoctoral una acción de transferencia de tecnología;
- Que se incluya en el posdoctoral una acción de vigilancia tecnológica.
- Que se deriven de su ejecución propuestas de temas doctorales.
- Que tenga de duración no menos de 6 meses.
- Que se incluya un fuerte componente experimental.
- Que se utilicen métodos avanzados de procesamiento de datos.
- Que se obtengan publicaciones de impacto en la web.

- Que se incluya una estancia de no menos de 30 días en otra una institución extranjera de trabajo posdoctoral en otro colectivo científico, pero siempre en beneficio del desarrollo de la ciencia y como complemento del proyecto que responde a la demanda de la economía de Cuba y ajustado a la demanda de la economía cubana.
- Que tengan un impacto en el postgrado de la facultad.
- Que se concluya con un documento de proyección científica.

Conclusiones

La continuidad de las escuelas científicas y de la capacidad de formar profesionales de alta calidad está determinado por continuidad de la formación de promotores y líderes científicos con una inserción y reconocimiento de la sociedad. Lo que se ha debilitado por diferentes causas en los últimos años.

La alianza universidad -empresa, es una alternativa en beneficio mutuo, para fortalecer los vínculos entre el sector generador de conocimientos y el de producción de bienes y servicios, la cual debe continuar perfeccionándose acorde con las demandas de la realidad de la sociedad.

La actividad de los Centros de Educación Superior está muy vinculada a la sociedad y por ella de la demanda del mercado, ejerciendo una fuerza inductora sobre política Científica y la formación de sus recursos humanos que conllevan a encontrar formas más actualizadas para crecimiento sistemático y continuo de la capacidad de desarrollo de la ciencia y la técnica.

Una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la comercialización de su producto científico cuando realmente esta se desarrolla sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los factores de desarrollar el producto que demanda el mercado y se resuelven todos los problemas, permitiendo el impacto del conocimiento científico en satisfacer las demandas de la sociedad, incrementa las posibilidades de hacer Ciencia y crecimiento de los recursos humanos en el plano científico y profesional.

La formación de recursos humanos para la investigación en vínculo estrecho con las demandas de la sociedad y la esfera productiva crean fortalezas y visiones más completas en los profesionales que investigan con vistas a contribuir a la mejor solución de los problemas sociales y productivos del mundo de hoy, ratificando que la ciencia puede ser una fuerza productiva directa.

Las acciones posdoctorales son una alternativa idónea para fortalecer la capacidad de formación e impacto del claustro universitario incluso desarrollándola en la propia universidad de origen.

Referencias bibliográficas

- Concepción Toledo, D.N.; González Suárez, E.; Rosario Baupista, J.; Muto Lubota, D. (2014). "Gerencia de Ciencia e Innovación para la industria química desde la Universidad". VI Encuentro de Tecnologías y Gestión del Conocimiento (TECNOGESC, 2014), 22-23 octubre, 2014. Santa Clara. ISBN: 978-959-234-096-1.
- Concepción Toledo, D. N. E. González Suárez, J. E. Miño. (2017) El papel del vínculo universidad empresa como un intangible en la industria química y fermentativa. VII Conferencia Internacional Ciencia y Tecnología por un desarrollo sostenible.5 al 7 de junio del 2017. Camagüey.
- Concepción, D. N.; E. González Suárez, E. López Bastida, J. E. Miño Valdés. (2020) El posdoctorante y la pirámide, maestría, doctorado, tutor, un enfoque social en la industria química, Universidad y sociedad, V 12, Nro. 6 del 2020, 364-369
- Cunnigham, R; Laborde, M. A. González, E. 2012) La gestión de proyectos en la gerencia de conocimientos para el uso de la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Experiencia y proyección. I. Encuentro Nacional e Internacional de Gestión Tecnológica. Caracas. Venezuela. 15 al 21 de mayo del 2002.
- González, E. (Editor): (2005) Vías para el diseño de nuevas instalaciones de la industria química, fermentativa y farmacéutica. Editorial Científico Técnica., La Habana. pp 263. ISBN: 959-05-0377-2
- González Suárez, E. D. N. Concepción Toledo, V. González Morales (2018). El Postgrado para el desarrollo local sustentable en el contexto del vínculo Universidad Empresa. Universidad 2018

Capítulo XII. La gestión del conocimiento para el desarrollo de la industria química en el vínculo universidad- empresa y su impacto en el desarrollo local.

Autores: Diana N. Concepción Toledo; Yoel Pérez García Joaquín Alonso Freire, Erenio González Suárez

Introducción

Las profundas relaciones que tiene la educación superior con la sociedad, hacen que su accionar traspase su función instructiva y se mezcle cada vez más con cuestiones que constituyen problemas que preocupan y afectan a la humanidad, entre ellos los problemas medio ambientales, el desarrollo científico tecnológico, la actividad económica, la elevación de la productividad del trabajo, el avance de las tecnologías de la información, la producción de alimentos, la posibilidad de encontrar otras fuentes de energía, entre otras.

Todo esto hace que la misión fundamental de la Educación Superior en la actualidad se base en el contacto directo con las necesidades de la sociedad para contribuir a la creación de un desarrollo sostenible y alcanzar índices de satisfacción positiva en aquellos aspectos esenciales tanto económicos como sociales a nivel local y territorial. Es aquí donde descansa la pertinencia de las actividades que en ella se desarrollan: la educación, la investigación, el vínculo del estudio con el trabajo y la prestación de servicio a la comunidad en aras de alcanzar su desarrollo.

Las instituciones de la Educación Superior interactúan con las instituciones que se establecen en su entorno: los sistemas políticos, económicos, culturales o sociales. Sus vínculos se condicionan al contexto local, regional, nacional e internacional pues las necesidades distan de ser parecidas de un contexto a otro.

Según se recoge en la Conferencia Regional de Políticas y Estrategias para la transformación de la Educación Superior en América Latina y el Caribe (UNESCO, 1998): “La educación superior debe fortalecer su capacidad de análisis crítico, de anticipación y de visión prospectiva, para elaborar propuestas alternativas de desarrollo y enfrentar, con horizontes de largo plazo, las nuevas problemáticas emergentes de una realidad en continua y rápida transformación”

Así, la Educación Superior tiene que poner sus recursos intelectuales al servicio de la sociedad, previendo las consecuencias que los cambios políticos, científicos, tecnológicos, económicos o sociales puedan impactar sobre ellas, estudiar qué tendencias pueden constituir mejores variantes para la construcción del desarrollo sostenible, teniendo en cuenta el principio según el cual el futuro se construye menos en función de lo que es técnicamente posible, sino de lo que es socialmente posible y deseable.

Viendo de esta forma el camino actual de la educación superior, se necesita entonces que la relación existente entre ella y la sociedad sean cada día más estrechos, que harán que se produzcan mayores contactos y vínculos en el desarrollo de sus actividades, donde el intercambio recíproco constituye la esencia de la labor investigativa que se lleva a cabo en estos centros educacionales y es con la aplicación de estos conocimientos donde se validan sus resultados.

Desarrollo

Uno de los grandes retos que enfrenta el desarrollo económico en Cuba es elevar la productividad del trabajo, de donde deben salir los recursos de inversión para el crecimiento de la economía, que resultan escasos teniendo en cuenta que a diferencia de otros países que enfrentan su despegue económico, en el territorio nacional no existe abundancia de recursos naturales como el petróleo o minerales que contribuyan a este fin.

De aquí se deriva que el esfuerzo se concentre en las exportaciones con alto valor agregado que gira en las bases de la ciencia y la tecnología. A criterio de Lage, una de las fuentes que puede generar estas exportaciones está dada por la conexión de la ciencia con la producción, la economía, la educación y la cultura en general, de las que depende el éxito del desarrollo científico esperado. (Lage, A., 2012).

En este sentido González afirma que “la sociedad contemporánea está basada en conocimientos científicos, que no sólo han convertido a la ciencia en una fuerza productiva directa, sino que ha propiciado la aparición de un nuevo sector económico social, el de la producción de conocimientos, de ahí que las investigaciones en las comunidades cubanas se consideren como una misión básica e irrenunciable. (González, 2001)

Ambos criterios conducen a razonar que la ciencia vinculada a los problemas que se suscitan en la sociedad y convertida en una fuerza basada en la producción intensiva de conocimientos para la búsqueda de soluciones a estos problemas, será la línea que con mayor certeza, puede asegurar un desarrollo sostenible a mediano plazo que contribuya a resolver la problemática del desarrollo de la infraestructura productiva.

No es posible sobrevivir como entidad o institución académica por el mero hecho de trabajar más dentro de los límites internos y, menos aún, utilizando prácticas y herramientas tradicionales. Esto hace que las empresas estén cada vez más preocupadas por conocer cómo utilizar el conocimiento, para aprovechar el que tiene dentro de su entorno y poder asimilar el que posee una buena parte del mundo para ponerlo en manos de la organización.

Aparece la gestión del conocimiento como una herramienta para incrementar las competencias de los sujetos en las organizaciones, que posibilite que a partir de él se abra el camino de acceso a la conquista de pequeñas cosas o de procesos complejos. A propósito de esta importante función de la gestión del conocimiento, Díaz-Canel afirmó

que: «Entonces gestionar el conocimiento es que se logre que la gente se apropie de él, que lo aplique de manera transformadora, revolucionaria y en función del desarrollo (...)» (León, R., 2012)

El conocimiento se consolida como un elemento de importancia estratégica para las organizaciones como recurso imprescindible para poder avanzar, al entrar en una economía basada en recursos intangibles como la información y el aprendizaje, es instrumento dinamizador por lo que su gestión es una de las responsabilidades organizacionales de mayor trascendencia en la actualidad y que no es solo cuestión que toca a determinados actores e instituciones, sino que deberá constituirse como un componente del sistema económico y social, que contribuya al mejoramiento de los sistemas educacionales y al fomento de la equidad, el bienestar y la protección social. (Palacios, 2011)

La universidad es un elemento clave en este sistema. Además de desarrollar las funciones que como institución educacional le corresponden, tiene un papel fundamental en el vínculo con el sector empresarial, donde se gestan las principales demandas para el despliegue de su actividad de investigación científica, que produce conocimientos y tecnologías enfocadas a darle solución, que redundan en el desarrollo del país.

Por ello, en la Resolución sobre el estado de los lineamientos, en el 8vo Congreso se plantea: “Seguir priorizando el desarrollo y la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación en todas las esferas de la sociedad, en particular en las actividades productivas”. (PCC, 2011)

Visto así, la ciencia que se desarrolla en las universidades debe contribuir a transformar la situación actual que en aspectos económicos, tecnológicos y sociales se enfrenta. Se trata de que los resultados que a través del accionar científico se desarrollen, tengan un impacto positivo en la sociedad tanto para su desarrollo local como el territorial.

Independientemente de los esfuerzos que se han hecho en este sentido, aún quedan espacios abiertos que quedan por resolver pues no siempre se ha hecho corresponder los intereses mutuos entre ambos factores, por lo que la empresa continúa acumulando demandas a resolver y la universidad resultados científicos sin ser transferidos y aplicados a nivel empresarial.

Es necesaria la búsqueda de soluciones para articular acciones, medios y a las propias personas, asumiendo técnicas, procedimientos y prácticas eficaces y eficientes para la gestión del conocimiento como recurso educacional, constituyendo hoy una necesidad para lograr la articulación de las concepciones epistemológicas, organizacionales, sociales y pedagógicas.

La gestión del conocimiento y su papel estratégico en el vínculo universidad-empresa.

La denominación gestión del conocimiento tiene dos componentes, por una parte, el relativo a la gestión, el cual en el ámbito organizacional se traduce en la adopción de

funciones, tales como: planificación, organización, dirección y control de procesos para la consecución de los objetivos propuestos, según la misión y visión de éstas; y por otra parte, la capacidad y el talento de los individuos y organizaciones de transformar información en conocimiento, generando creatividad y poder de innovación, lo que ofrece seguridad y, por ende, incentiva la toma de decisiones.(Nonaka y Takeuchi, 1993)

La gestión del conocimiento consiste en optimizar la utilización de este recurso mediante la creación de las condiciones necesarias para que los flujos de conocimiento circulen mejor. A criterio de Canal, lo que gestionamos en realidad, pues, no es el conocimiento en sí mismo, sino las condiciones, el entorno y todo lo que hace posible y fomenta dos procesos fundamentales: la creación y la transmisión de conocimiento. (Canal, A., 2003) Desde los primeros años del triunfo revolucionario en Cuba, se concedió gran importancia al conocimiento y con él a la educación, la investigación científica y el desarrollo tecnológico, que crecen considerablemente al considerarse condición necesaria para el desarrollo social.

En las concepciones generales del desarrollo del país, siempre ha estado presente el eminente cambio de la realidad social trazándose una línea de desarrollo que ha privilegiado la formación de capacidades científicas como parte de un propósito mayor, el mejoramiento del ser humano, que ha sido y sigue siendo la llave maestra de la estrategia de desarrollo del país. (Concepción, 2010)

La gestión del conocimiento identifica y explota, en el trabajo cotidiano, el conocimiento creado en la organización y el adquirido del exterior, generaliza las mejores prácticas, propicia el incremento del capital intelectual de la organización y su valor de mercado, a la vez que facilita la generación de nuevos conocimientos y su materialización en productos y servicios. (Núñez, 2011)

Cuba procura insertarse en el esfuerzo mayor por acelerar la conversión de la ciencia y la tecnología en fuerza sociales transformadoras. Por ello, la educación y el conocimiento constituyen un patrimonio social intensamente promovido durante más de cuatro décadas.

Las comunidades científicas cubanas reconocen como prioridad la función social del conocimiento que producen, transfieren y aplican. Se dedica especial atención al desarrollo científico y tecnológico expresado a través de singulares experiencias de integración, colaboración y participación pública.

A través de las relaciones o el vínculo entre la universidad y la empresa se puede considerar como una opción donde se puede materializar esta premisa. En ella cada uno de estos elementos aporta aquello que el otro requiere.

El vínculo universidad- empresa es un hecho que evoluciona de forma rápida y creciente y toca fondo al punto de que si existe interés por cosechar éxitos en la actividad investigativa y productiva resulta incuestionable la necesidad de lograr un vínculo estrecho entre ambos sectores (Concepción, 2011).

En el caso de la empresa, ella brinda su espíritu empresarial, su afán de alcanzar la eficiencia y la eficacia, el sentido de la competitividad, mientras que la universidad aporta su sabiduría, su capacidad de previsión de los fenómenos, así como su afán de aplicación de los resultados obtenidos en las investigaciones básicas y aplicadas.

Estos fenómenos hacen que el sector empresarial tenga la necesidad de poseer vías para el acceso a los conocimientos novedosos que se obtienen en los centros de generación de conocimientos, especialmente en la universidad y por otra parte, estos últimos se motivan al retroalimentarse de la industria para impulsar el proceso de innovación tecnológica que en su concepción más amplia se concibe como la transformación de una idea en un producto o proceso nuevo o mejorado, y su subsecuente utilización exitosa en las esferas de la producción material o espiritual de la sociedad. Abarca tanto los aspectos tecnológicos productivos como los referentes a la gerencia empresarial y la dirección-organización social en general. (González, E. et al, 1997)

La realidad que se impone, hace que las empresas no mantengan un lugar asegurado perennemente en su desempeño. Hace que exista la necesidad de estar constantemente informado sobre las competencias en sus áreas de trabajo. Si hace un tiempo, no se prestaba mucha atención al nuevo conocimiento y por muchos era valorado de forma absoluta el conocimiento recibido en su formación básica para enfrentar todo su quehacer laboral, hoy ocurre todo lo contrario.

El nuevo conocimiento juega un papel crucial en este sentido pues constituye un valioso recurso que puede conducir al éxito en cualquier organización, por tanto, nadie está excluido no solo de la adquisición de nuevos conocimientos, sino que toma importancia la producción de conocimientos con una profunda conciencia de la responsabilidad en la búsqueda de soluciones a las demandas, necesidades y carencias de la sociedad.

Una tarea central de la gestión del conocimiento en la actualidad, lo constituye eliminar la falta de sincronismo entre la ciencia y la economía. Para esto es imprescindible crear un clima de confianza que promueva la colaboración donde se crean redes de comunicación y contacto entre la ciencia, la economía y los usuarios, también es preciso tener en cuenta los elementos culturales, organizativos, el financiamiento y otros elementos que conforman este sistema.

En todo este accionar es preciso desarrollar propuestas creativas que contribuyan a que tanto la empresa como la universidad se sientan interesados en emprender y mantener este vínculo.

En el debate sobre Ciencia y Universidad, que tuvo lugar en el taller “El papel de la ciencia universitaria en el contexto de la actualización del modelo económico cubano”, se ofrecieron algunas propuestas que pueden fortalecer los vínculos de trabajo entre la universidad y la empresa, como:

- Proyectos conjuntos entre la universidad y la empresa

- Asociaciones económicas
- Creación de laboratorios industriales en áreas universitarias
- Participación e profesores universitarios en consejos de dirección de las empresas
- Ampliación de la función docente de especialistas que trabajan en empresas como profesores adjuntos u otras categorías
- Doctorados de doble tutoría
- Sistema de becas nacionales

Estas propuestas, entre otras, cuyos objetivos y procedimientos puedan ser implementados de forma creativa, pueden dar respuesta al desafío de relacionar de forma activa el accionar científico de la universidad con la economía y en largo plazo contribuir a recuperar la inversión social que en ciencia y tecnología se requiere.

Conclusiones

La ciencia que se desarrolla hoy en la Educación Superior tiene que adoptar un papel estratégico y deberá fortalecerse y ampliar su impacto en la economía y en la sociedad de acuerdo a las exigencias que imponen los momentos actuales.

El desempeño científico que en la Educación Superior se realiza tiene que estar enfocado a dar respuesta a las demandas científicas y tecnológicas que poseen el sector empresarial, así como el resto de la sociedad tanto en su desarrollo local como territorial. La gestión del conocimiento tiene una relevante importancia en el vínculo universidad-empresa la que posibilita que se incrementen las competencias de los sujetos en las organizaciones y abre paso a que el conocimiento se aplique de manera transformadora, revolucionaria y en función del desarrollo y en ello será decisivo el fortalecimiento del vínculo entre la universidad y el sector empresarial.

En la medida que se logre un acercamiento entre la universidad y la empresa se lograra con mayor éxito la introducción de los resultados científicos en la práctica y de esta forma se puede contribuir a solucionar muchos de los problemas que subsisten en el sector empresarial.

Referencias bibliográficas

- Blanco Godínez, F. *La ciencia universitaria en el contexto de la actualización del modelo económico cubano*. Cátedra de Ciencia, tecnología, sociedad de la Universidad de La Habana. Editorial Universitaria Félix Varela, La Habana, 2013
- Castro, Fidel.: *Discurso pronunciado durante la Inauguración del Centro de Biofísica Médica*, 10 de febrero de 1993.
- Canals, Agustí (2003). *La gestión del conocimiento*. En: Acto de presentación del libro Gestión del conocimiento. Consultado en Internet en 18/09/11 <http://www.uoc.edu/dt/20251/index.html>
- Concepción, D.: *Estrategia para viabilizar la transferencia de conocimientos en el vínculo Universidad - Empresa a la industria de procesos químicos y fermentativos*. Tesina del Diplomado Gestión de Innovación, 2010.

- Concepción, D.: *El vínculo universidad – empresa en el incremento de la Gestión de Tecnologías en apoyo al desarrollo económico y sostenible del país*. Evento provincial Universidad 2012. Santa Clara, 2011.
- González Suárez, E., et al. *Vías para el incremento de la incidencia de las universidades en la capacidad innovativa de las industrias*. VII Seminario Latinoamericano de Gestión Tecnológica. La Habana, Cuba. 1997
- González Suárez, E. et al. *CITEC: Alianza estratégica para acelerar la gestión de investigación y desarrollo en el polo Científico productivo de Villa Clara*. I Encuentro Nacional e Internacional de Gestión Tecnológica. Caracas. Venezuela, 2002.
- Lage, A.: *Centro de Inmunología Molecular*. Conferencia en Universidad 2012. La Habana, 2012.
- León, Rosario.: *Conocimiento, innovación y tecnología: Carácter emprendedor del vínculo universidad – empresa*. Ponencia presentada en evento Universidad 2012.
- Nonaka, I y H. Takeuchi. *The Knowledge creating company: how Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press, 1995. Citado por: Lara, José L. Diez respuestas a las preguntas más frecuentes sobre la Gestión del Conocimiento. Consultado en Internet en 21/05/11 <http://www.gestiondelconocimiento.com/documento2/jllara/respues.htm>
- Núñez Paula, Israel. *Reflexiones sobre la actividad organizacional*. Energía para el Desarrollo. Volumen 2; Número 5; La Habana, mayo 2011.
- Palacios, Rafael A.: *Conocimiento, innovación y desarrollo social en la integración latinoamericana: Un modelo alternativo para Venezuela*. Fondo Idea, Caracas, Venezuela, 2011.
- PCC Resolución del 8vo. Congreso del Partido sobre el Estado de la Implementación de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución desde el 6to. Congreso hasta la fecha y la Actualización de estos para el período 2021-2026.
- UNESCO. Conferencia Mundial sobre Educación Superior. La Educación Superior en el siglo XXI: Visión y acción. Documento de trabajo. Paris, 1998