

# 43

Fecha de presentación: febrero, 2020

Fecha de aceptación: marzo, 2020

Fecha de publicación: mayo, 2021

## EL IMPACTO

DE LA CONSIDERACIÓN DE LOS PROBLEMAS SOCIALES EN LA FORMACIÓN DE DOCTORES EN INGENIERÍA QUÍMICA

## THE IMPACT OF CONSIDERING SOCIAL PROBLEMS IN THE TRAINING OF DOCTORS IN CHEMICAL ENGINEERING

Erenio González Suárez<sup>1</sup>

E-mail: [erenio@uclv.edu.cu](mailto:erenio@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5741-8959>

Diana Niurka Concepción Toledo<sup>1</sup>

E-mail: [dianac@uclv.edu.cu](mailto:dianac@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4432-140x>

María Teresa Vila Bormey<sup>1</sup>

E-mail: [mariavila@uclv.edu.cu](mailto:mariavila@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2391-1387>

Rafael Pla León<sup>1</sup>

E-mail: [rafael@uclv.edu.cu](mailto:rafael@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4824-8104>

Eduardo Julio López Bastida<sup>1</sup>

E-mail: [kuten@ucf.edu.cu](mailto:kuten@ucf.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1305-822X>

María de los Ángeles Castillo Dávila<sup>1</sup>

E-mail: [mariada@uclv.edu.cu](mailto:mariada@uclv.edu.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0497-6225>

<sup>1</sup> Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Santa Clara. Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., Vila Bormey, M. T., Pla León, R., López Bastida, E. J., & Castillo Dávila, M. Á. (2021). El impacto de la consideración de los problemas sociales en la formación de doctores en Ingeniería Química. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 409-417.

### RESUMEN

Reflexionar acerca de la evaluación del impacto de los programas de posgrado en las universidades cubanas, específicamente en los programas doctorales, contribuye a elevar su calidad, pertinencia y excelencia académica. La proyección de los impactos que deben producir ha de lograrse a través de la influencia en los procesos de transformación y desarrollo sostenible del territorio y el país, mediante el efecto producido en el crecimiento espiritual, el desempeño profesional y en las funciones sociales de los doctorandos egresados. La experiencia aquí presentada toma como referencia el programa doctoral de Ingeniería Química de la UCLV en el que se realiza un seguimiento de los problemas sociales en que impactan las investigaciones científicas que desarrollan y a su vez, se realiza el monitoreo de sus impactos sociales mediante acciones cuya aplicación se produce durante, al finalizar y transcurrido un tiempo después del egreso, para lo cual se hace necesario el registro de todas las actividades realizadas. Se concluye que estos impactos pueden ser medidos en tres dimensiones fundamentales: visibilidad del programa doctoral, reconocimiento y productividad científica que se generan en lo social.

**Palabras clave:** Programa doctoral, impacto social, problemas sociales de la ciencia y la tecnología.

### ABSTRACT

Reflecting on the evaluation of the impact of postgraduate programs in Cuban universities, specifically in doctoral programs, contributes to raising their quality, relevance, and academic excellence. The projection of the impacts they must produce must be achieved through influencing the transformation, sustainable development processes of the territory, and the country, through the effect produced on the spiritual growth, professional performance and social functions of the doctoral student's graduates. The experience presented here takes as a reference the UCLV doctoral program in Chemical Engineering, which monitors social problems that impact the scientific research they carry out and, in turn, monitors their social impacts through actions whose application occurs during, at the end and after a time after discharge. It concluded that these impacts could measure in three fundamental dimensions: visibility of the doctoral program, recognition and scientific productivity that generated socially.

**Keywords:** Doctoral program, social impact, social problems of science and technology.

## INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en la rama química han avanzado considerablemente desde finales del siglo pasado, sustentadas en el amplio crecimiento de esta industria en los países desarrollados, que ha propiciado la aparición, con mayor fuerza, del número de investigaciones en esta rama, aspecto que constituye un reto para los profesionales del sector, mantener una constante actualización 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 la tecnología en el 2021, 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% que afectó 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 2015, acentuándose en los últimos 4 años. Este aspecto ratifica que la inversión de ALC continua teniendo una baja intensidad en comparación con los países industrializados.

En cuanto a 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 los campos de las Ciencias Sociales, Naturales, Exactas y Humanidades las más beneficiadas.

Por otra parte, las publicaciones de artículos en revistas científicas por parte de autores de ALC creció en un 96% en la base SCOPUS entre el 2007 y el 2016 y la solicitud de patentes a oficinas nacionales en igual periodo aumentó en un 18%, correspondiendo el 82 % de estas solicitudes a empresas extranjeras que protegen productos en el mercado de la región (Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2021).

Estos datos muestran que aunque existen avances en varios indicadores de la actividad científica en esta área geográfica, también se evidencia 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.

## DESARROLLO

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, también 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.

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 como 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 apertura 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 (Partido Comunista de Cuba, 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 estableció en su capítulo 3 referido a la planificación del desarrollo económico, que se sitúa 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 que inciden en el desarrollo de la ciencia y la tecnología, ha ganado la atención de muchos estudios que abordan el 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 ser abordados 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.

El programa de doctorado en Ingeniería Química, radicado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, 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 65 trabajos de doctorado en los últimos veinticinco años, los que se han vinculado a 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 el campo del conocimiento, son numerosas las áreas de aplicación de este programa, por lo que además de favorecer al sector industrial contribuirá a la introducción de nuevas tecnologías apoyadas en proyectos de investigación y programas con instituciones de investigación reconocidas.

Este programa tiene como objetivo general 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.

A la vez que constituye una vía para proporcionar a los profesionales una herramienta científica y metodológicamente adecuada para enfrentar los retos actuales de la industria química, fortalece todos los esfuerzos para mantener la calidad de la educación pos gradual cubana.

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, agentes de la innovación que puede ejercer su actividad tanto en un centro de I+D, de 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 en las doce priorizadas por la Política científica de la UCLV, 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***

Está 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 centrando 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 ofrece 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 se han defendido 13 doctorados, se ha publicado más de 30 libros, 145 artículos científicos y se presentaron en los últimos 10 años más de 201 ponencias relacionadas a los resultados científicos. Se obtuvieron 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***

Posee una gran interdisciplinariedad 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.

Particularmente 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, 66 artículos científicos y se presentaron en los últimos 10 años 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 además, una amplia visibilidad internacional, aspecto 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 de Doctorado y el propio Programa acreditado de excelencia han sido premiados numerosas veces con Premios de la ACC; del Mes; Distinciones del Ministro del MES, premios provinciales y el Programa con el Premio AUIP por su excelencia

La experiencia, prestigio y vinculación nacional e internacional del programa doctoral asegura una matrícula anual que oscila entre 10 y 15 aspirantes (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 del programa doctoral de Ingeniería Química 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, lo 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 práctica 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 se genera 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 de la componente teórica metodológica, el referido programa doctoral y según lo regulan las normativas para la obtención del grado científico en Cuba, exige que el aspirante logre vencer los objetivos del curso de Problemas sociales de la ciencia y la tecnología.

Este curso 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 este contexto, los aspirantes 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 espacio es aprovechado por los estudiantes del programa doctoral de Ingeniería Química, que tiene sus antecedentes en la formación del pregrado al recibir la asignatura Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología, perteneciente al ciclo de asignaturas del Marxismo para reflexionar acerca de 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 del tema.

Contribuye a brindar una valoración de la forma de 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 que se presentan 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 que pudieran generar los resultados científicos que persigue y en caso de estos últimos, 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: Estrategia y tecnologías para la obtención de productos químicos de alto valor agregado y Protección ambiental para el desarrollo sostenible, tienen gran sensibilidad en todas las aristas en que se pueden verificar los impactos.

Ellos pueden ser de tipo social, como 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, como 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, que se pueden derivar como parte 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).

La incidencia de ambos procesos posibilita que los aspirantes 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 son esenciales en la actividad investigativa utilizar métodos de gestión del conocimiento con apoyo de diseños experimentales pues como se ha demostrado, "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”

El resultado que aquí se reivindica, resume la experiencia del trabajo conjunto desarrollado durante el periodo 2015-2019 en el que participan, por una parte, los especialistas que imparten el curso de mínimo de Problemas Sociales de la Ciencia y la Tecnología para los aspirantes a doctores en ciencias específicas de la UCLV y por otra, los miembros del claustro al programa doctoral de Ingeniería Química, sus aspirantes y tutores.

El objetivo general que 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 aspirantes.
- 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 que fueron consideradas para llevar a cabo este estudio son las que se listan a continuación:

- 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 (Cerdeña, 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 muestran las que a continuación se listan:

- 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 forma parte de lucha contra el subdesarrollo y apoyo a la soberanía nacional.
- El vínculo 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 favoreciendo elevar la cultura innovadora y organizativa.

- Permite un análisis inter y multidisciplinar para proponer solución a los problemas de alto grado de dificultad científica 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 de este 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. *Revista UCSA*, 6(1) 76-78.
- De Armas-Martínez, A.C., Morales Zamora, M., Albernas 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.
- 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.
- 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).

Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología. (2021). 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](http://www.ricyt.org/wp-content/uploads/2021/02/EIEstadoDeLaCiencia_2020.pdf)

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.