

41

Fecha de presentación: septiembre, 2022

Fecha de aceptación: noviembre, 2022

Fecha de publicación: enero, 2023

EXPERIENCIAS Y PROYECCIÓN

DE FORMACIÓN DE DOCTORES DESDE PROFESIONALES DE LA INDUSTRIA QUÍMICA

EXPERIENCES AND PROJECTION OF THE TRAINING OF DOCTORS FROM PROFESSIONALS IN THE CHEMICAL INDUSTRY

Erenio González Suárez¹

E-mail: erenio@uclv.edu.cu

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

Diana Niurka Concepción Toledo¹

E-mail: dianac@uclv.edu.cu

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

Marlen Morales Zamora¹

E-mail: marlenm@uclv.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2871-3312>

Eduardo Julio López Bastida²

E-mail: kuten@ucf.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8503-3025>

¹ Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Cuba.

² Universidad "Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos. Cuba.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., Morales Zamora, M., & López Bastida, E. J (2023). Experiencias y proyección de formación de doctores desde profesionales de la industria química. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(1),402-411.

RESUMEN

En el trabajo se considera que la formación de postgrado debe estar encaminada a la solución de los problemas que la competitividad y desarrollo de una empresa enfrenta y que con esos resultados contribuir al triunfo del modelo impulsado. Por ello la génesis de las investigaciones científicas que exija la formación doctoral deben ser demandas de la práctica productiva empresarial, lo que explica la necesidad y posibilidad en la industria de investigar desde su propio seno y en su beneficio. Partiendo de experiencias propias, se fundamenta una metodología de trabajo que incluye la formación de doctores dentro del personal empresarial con funciones de dirección y técnicas de importancia y se resalta el papel de los métodos matemáticos para lograr resultados científicos y proyectar resultados en el menor plazo. En la metodología empleada se busca que mediante la tesis de grado científico al mismo o tiempo que consolida su formación científica y tecnológica, apoyada en métodos matemáticos, los doctorandos tomen el desafío de llevar a cabo un trabajo de investigación en el cual utilizan los conocimientos adquiridos durante su formación solventando un problema real de su industria. En adición, refieren los trabajos y experiencias actuales en la intensificación de instalaciones del proceso global de la industria ronera y la optimización de las etapas de producción de ron, las estrategias de mejoras tecnologías y la propuesta de la disminución de riesgos en la Refinería de Cabaiguan. Finalmente se elaboran conclusiones y recomendaciones para el trabajo

Palabras clave: Formación, universidad -empresa, doctorados

ABSTRACT

In the work it is considered that postgraduate training should be aimed at solving the problems that the competitiveness and development of a company faces and that with these results contribute to the triumph of the promoted model. For this reason, the genesis of the scientific research required by doctoral training must be the demands of productive business practice, which explains the need and possibility in the industry of researching from within and for its benefit. Starting from own experiences, a work methodology is based that includes the training of doctors within the business staff with managerial and technical functions of importance and the role of mathematical methods to achieve scientific results and project results in the shortest time is highlighted. In the methodology used, it is sought that through the scientific degree thesis at the same time as consolidating their scientific and technological training, supported by mathematical methods, doctoral students take the challenge of carrying out a research work in which they use the knowledge acquired during their training solving a real problem in their industry. In addition, they refer to the current works and experiences in the intensification of facilities of the global process of the rum industry and the optimization of the rum production stages, the strategies of technological improvements and the proposal of the reduction of risks in the Cabaiguan Refinery. Finally, conclusions and recommendations for the work are drawn up.

Keywords: Training, business university, doctorates.

INTRODUCCIÓN

En las condiciones actuales de la industria cubana 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.

En Cuba, persisten 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.

A esto se une el acoso económico que Cuba y varios de sus aliados sufren de parte del enemigo imperialista, por lo que la problemática se torna no solo técnico, y económica, sino también política pues debemos hacer todos los esfuerzos para incrementar el uso de la Ciencia y la Técnica en el desarrollo en lo cual, el uso de los métodos matemáticos es crucial en la Gestión de conocimiento en la industria de procesos químicos (González et al., 2021)

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

Entre estos conocimientos, sin dudas en el campo de la industria de procesos químicos está el apropiamiento de los métodos científicos de trabajo, en los cuales las herramientas matemáticas son sin duda algunos instrumentos especialmente poderosos (Mamadé Toure, 2017) incluso

para la conversión de fábricas de azúcar a biorrefinerías (González et al., 2016)

Un aspecto que consideramos clave para la introducción de las ciencias en las industrias es la presencia de personal con formación científica en el sector empresarial y que no solo estén presentes después de su formación; sino también desde su formación, lo que también se justifica por la necesidad de la investigación en las industrias, 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, lo que justifica además que entre sus más cercanos colaboradores estén otros profesionales de las propias industrias una pirámide de personal de investigaciones en las que se incluyen profesionales de las universidades y estudiantes se pregrado y también de maestrías dando lugar a un fortalecimiento de la comunicas y las escuelas científicas de pregrado y posgrado.

DESARROLLO

[La necesidad de la actividad colaborativa de la comunidad científica en la gestión del conocimiento para el desarrollo competitivo de la industria.](#)

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 debemos partir en nuestro análisis, del hecho de que hoy en 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.

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 posibilitó 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.

La gerencia de conocimientos es 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 la información, aplicadas a las áreas estratégicas y factores críticos de competitividad y pertinencia de una organización, aspecto primordial, en lo que la actividad de postgrado tiene un papel esencial incluso por la consideración de los problemas sociales (González et al.; 2021).

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, aspectos negativos para su desarrollo personal y de la comunidad profesional que integran.

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 (CGC), 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.

Y 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 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 si 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, actuando sobre la base de que cada uno de sus miembros, partiendo de que tienen las mismas posibilidades en este sentido, haga su aporte de acuerdo a su capacidad.

En el proceso de caracterización de la gestión del conocimiento en la industria se pudo constatar, entre otros aspectos, que:

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 por lo que se deben aplicar métodos de valoración y solución de problemas que minimicen los costos de investigación y acorten los plazos de obtención de resultados (Concepción et al., 2021)

Referido al estado actual del vínculo entre el sector industrial y los 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.

Papel de la universidad

Existe una tendencia en la sociedad a ver la diversidad como un recurso disponible para el desarrollo socioeconómico tratando de responder a este desafío que le ha impuesto la sociedad que hace que desarrolle investigaciones estratégicas que posean una aplicación potencial a corto plazo.

Es necesario que se produzcan cambios 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 ésta 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 ello se puede hacer más difusa la barrera comunicativa 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, es preciso señalar que la motivación y 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 de otros factores que son extraordinariamente necesarios para el logro exitoso de este proceso, tales como:

- Definición de la misión en la universidad.
- Definición de las necesidades sociales y de la comunidad científica.
- Disponibilidad de recursos.
- Presencia de un liderazgo emprendedor.
- Incentivo a la actividad científica, investigativa y docente de profesores e investigadores
- Existencia de buenas relaciones personales entre el 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 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, para contribuir a revertir la situación actual de la industria de química y fermentativa, se propone:

- Fortalecer el desarrollo y formación de cuadros científicos desde la industria a través de una mayor gestión de acciones del vínculo universidad empresa para la solución de problemas del desarrollo competitivo de estas últimas.
- Establecer el proceder para estos casos y el aporte específico de los tutores universitarios en este desempeño;

Necesidad y posibilidad de investigar en la industria

La necesidad de la investigación desde las instalaciones industriales de procesos químicos está fundamentada en los propios propósitos de las instalaciones productoras encaminadas, entre otros aspectos, a satisfacer con la calidad solicitada los requerimientos de la sociedad.

Se comprende que para un buen desarrollo tecnológico se requiere contestar con la mayor objetividad muchas preguntas, y que de ello dependerá la competitividad de la instalación, pues no podemos aquí olvidar, que una impronta de la época es que la tecnología incide cada vez más en las posibilidades empresariales, y por tanto, en el desarrollo tecnológico de la industria química, en estrecho vínculo con la incertidumbre.

La suposición tácita de que para el diseño de un proceso se dispone de toda la información necesaria, no suele ser cierta. Lo que se conoce con certeza es que hay error en los datos, usualmente errores en los modelos y los flujos, las temperaturas, las concentraciones que cambian con el tiempo, entre otros ejemplos. Por esto, el ingeniero debe moverse en un ambiente impreciso y en adición, desdichadamente, desde el momento en que se concibe un proceso industrial hasta su realización y maduración transcurre un período más o menos largo de tiempo y por otro lado no siempre está disponible toda la información para el diseño de una instalación o para una parte sustancial de esta.

Además, muchas veces en el proceso de construcción y montaje de una instalación industrial se introducen cambios que modifican el diseño del autor del proyecto, éstos traen como consecuencia que las condiciones reales a las que se opera el sistema industrial difieran de las que se consideran en su proyección, por lo que en el diseño de una nueva instalación de la industria de procesos se

requiere considerar la incertidumbre de los aspectos tanto técnicos como económicos.

Por ello, aunque se diseñe para todo un rango de las condiciones de operación y no ajustado a un único punto deberán evaluarse alternativas operacionales para instalación realmente construida en lo que se ha dado en llamar intensificación de procesos (González, 1982).

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 tecnológicas que se tomen en el presente en relación con el porvenir.

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 de las tecnologías permite a la empresa definir prioridades en la elección entre diferentes opciones tecnológicas, pero también se requieren en las empresas una capacidad de pensamiento propio para valorar alternativas, por ello, en la base del progreso económico de la humanidad está la capacidad del hombre de generar nuevas ideas, esta es una razón más para que los profesionales de las industrias de procesos químicos se eduquen en la necesidad de generar nuevos conocimientos, lo que solo se logra investigando.

Las posibilidades de investigación desde la industria están fundamentadas en el hecho de que, en las instalaciones industriales además de productos finales, se obtiene información que puede ser oportunamente utilizada para generar conocimientos mediante herramientas de investigación, con un sólido basamento matemático para incrementar el impacto de la ciencia en la industria química (Mamadé Toure et al, 2017).

Experiencia acumulada

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 de formación de doctores con temáticas dirigidas a la solución de problemas en instalaciones industriales y dentro de ellas varias han sido desde el accionar investigativo al inicio de su doctorado de los aspirantes como profesionales de las industrias lo que permite extraer reglas generales:

1. En 1982 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas (entonces Candidato) en la temática de "Modelación y optimización de un proceso tecnológico para la producción de cartón para ondular", (González, 1982) realizada fundamentalmente 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 determinantes.

Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante, aspecto que difícilmente se logra en un doctor formado desde la industria e involucrando a otros profesionales de la industria.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue objeto de un Premio Provincial del CITMA y sirviendo de bases metodológica que se extendió en su aplicación a otras investigaciones en industrias de procesos químicos del territorio nacional, incluyendo tesis de doctorado de doctorandos (entonces aspirantes) de la propia universidad, incluso de docentes de Las Ciencias Básicas se incluyó en un Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba en fecha posterior a su defensa.

2. En 1992 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas (entonces Candidato) 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.

Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante involucrando a otros profesionales de la industria.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue objeto de Un Premio Provincial del CITMA de Las Tunas y un Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba en fecha posterior a su defensa

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

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue objeto de Un Premio Provincial del CITMA de Las Tunas y otro del Fórum Nacional de Ciencia y Técnica

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 y el reciclaje de desechos sólidos; todo ello mediante métodos matemáticos de optimización del transporte en vínculo con los estudios de mezcla de materias primas para vidrios y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue objeto de Un Premio Provincial del CITMA de Las Tunas

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 inversión, es de forma cuantitativa para incrementar la eficiencia del proceso tecnológico todo con apoyo de métodos matemáticos y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado y postgrado de diferentes perfiles profesionales y apoyó el entrenamiento en la industria de jóvenes profesores universitarios.

Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante involucrando a otros profesionales de la industria.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado

El trabajo fue objeto de un Premio Provincial del CITMA de Villa Clara y sirvió de fundamento para inversiones decisivas en la empresa.

6. En el 2017 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Metodología para la gestión tecnológica integral de aguas sulfurosas en la Refinería de Cienfuegos con enfoque de Economía Ecológica”, (Lobelles, 2017) que significó un logro en la formación de recursos humanos en la industria del petróleo.

Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del aspirante involucrando a otros profesionales de la industria.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue objeto de un Premio Provincial del CITMA de Cienfuegos y un Premio Nacional de la Academia de Ciencias de Cuba en fecha posterior a su defensa y contribuyó a la definición de nuevos temas de doctorado que se viene ejecutando con participación de jóvenes docentes universitarios.

7. 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” que capitalizando un espíritu innovativo de esa empresa ya dio lugar a dos premios provinciales de innovación tecnológica y a una propuesta este año 2021 de Premio Nacional de

Innovación en la Corporación Cubaron S.A. de alto impacto económico con un profundo respaldo metodológico (Guzmán et al, 2019)

Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico de la aspirante involucrando a otros profesionales de la industria.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado

El trabajo fue objeto de un Premio Provincial del CITMA de Villa Clara y se incluyó en un Premio de Innovación Tecnológica.

8. En el 2020 se defendió el grado científico de Doctor en Ciencias Técnicas en la temática de “Modelación Cinética y Optimización del Añejamiento en la Industria Ronera Cubana aplicados al Ron Cubay” con un amplio impacto productivo y económico y S.A. de alto impacto económico, así como con un profundo apoyo metodológico (Martí Marcelo, et al, 2020) que ha permitido fundamentar la validez de los métodos matemáticos en estudios posteriores en otras esferas tecnológicas y condiciones de investigación (Salvador Pinos et al, 2021),(Lara-Fiallos et al, 2021)

Todo ello en un profundo conocimiento de la vivencia del proceso tecnológico del doctorando involucrando a otros profesionales de la industria.

El trabajo fue fiscalizado sistemáticamente al evaluar sus avances por el colectivo científico y con la inserción como colaboradores de estudiantes de pregrado.

El trabajo fue objeto de un Premio Provincial del CITMA de Villa Clara y se incluyó en un Premio de Innovación Tecnológica

De estos resultados alcanzados se desprenden los siguientes rasgos generales que fueron considerados para el trabajo actual:

- Doctorandos activos profesionales con papeles importantes en el ámbito empresarial y con relaciones de trabajo con profesores universitarios;
- Procedimiento heurístico del trabajo, aportado por la Universidad Central “Marta Abreu “de Las Villas 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 garantiza 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 y postgrado como colaboradores científicos lo que contribuye a que los estudiantes participen en tareas de impacto y adquieran una proyección de trabajo científico futuro;
- Un riguroso sistema de control con oponentes por parte del colectivo científico Departamento de Ingeniería Química lo cual garantiza los plazos establecidos y la calidad del trabajo;
- Un profundo conocimiento del mundo tecnológico en el cual se desarrolló la investigación aportada por el aspirante

El trabajo actual

De acuerdo a esta experiencia y con la intención de lograr resultados equivalentes se trabaja en este momento en las etapas finales de dos tesis doctorales desde la industria, intentado capitalizar las experiencias acumuladas, a saber:

1. Los cambios tecnológicos requeridos para la producción de líquido asfáltico en Refinería de Cabaiguán en lo que ya resaltan el Procedimiento de evaluación y adaptación de tecnología para el incremento de la producción de líquido asfáltico (Bonachea et al, 2021a) y el Análisis y diseño de la red de intercambiadores de calor en una refinería de petróleo (Bonachea et al, 2021b) con apoyo de profesionales de la empresa y estudiantes universitarios durante sus prácticas de producción y Trabajos de Diploma.
2. La estrategia inversionista minimizando el riesgo económico de la Refinería de Cabaiguán para garantizar las demandas de líquido asfáltico, en la que ya resaltan los resultados vinculados a la valoración de la incidencia de variables tecnológicas en los indicadores de una inversión, la optimización de la ganancia mediante inversiones (Alemán-Hurtado et al, 2021) y el procedimiento para minimizar los costos y plazos de recuperar una inversión (Alemán-Hurtado et al, 2022), con apoyo de profesionales de la empresa y estudiantes universitarios durante sus prácticas de producción y Trabajos de Diploma.

En los dos casos se trabaja con directivos de las empresas dando respuesta y anticipándonos a las indicaciones del gobierno 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.

Se trabaja bajo la concepción de diagramas heurísticos y apegados al uso de métodos matemáticos como principal fortaleza que la UCLV trasmite a las empresas como apoyo a la formación de científicos desde el personal que

en ellas laboran basado en una amplia experiencia fortalecida en complejos estudios recién ejecutados.

Una captación reciente de nuevos doctores desde la industria incluya especialistas de la industria química, del petróleo y la industria láctea.

Rasgos generales comunes de los doctorandos.

- Los doctorandos mantuvieron una constante relación con docentes del Departamento de Ingeniería Química acercándose a ellos para resolver los problemas técnicos y de desarrollo de sus empresas y aceptando constructivamente los controles sistemáticos que ejerció el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- La aplicabilidad de los resultados de los doctorados está garantizada debido a que la génesis de todos los doctorados defendidos desde profesionales y directivos de las industrias han sido problemas reales de demandas del mundo empresarial y ha cumplido de los requisitos que se formulan para la investigación científica Problemas sociales de la ciencia y la tecnología.
- En todos los casos los doctorandos 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.
- Los procedimientos heurísticos y la aplicación de los métodos matemáticos han sido base de la sostenibilidad científica de todos los trabajos realizados.
- El procesamiento de los datos de control de los procesos tecnológicos estudiados ha sido un fuerte apoyo experimental para la ejecución de las tesis de doctorado.

CONCLUSIONES

Existieron condiciones comunes entre los doctores formados, históricamente en Ingeniería Química, desde las industrias químicas y fermentativas referentes a su carácter activo y emprendedor en la propia empresa.

La definición de los temas de investigación para los doctorados a partir de la solución de un problema real de la industria garantiza su aplicabilidad, lo que puede lograrse incluso durante el propio proceso de ejecución de la tesis o con inmediatez a su ejecución.

Los controles sistemáticos realizados sobre la labor de los doctorandos han sido decisivos para su avance con calidad.

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

La comunicación sistemática de los profesionales de la industria con sus departamentos de Ingeniería Química ha favorecido el trabajo colaborativo y la definición de temas doctorables.

La Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas 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.

La ejecución de temas de doctorados desde directivos de las industrias asegura la participación en la investigación científica de varios profesionales de las empresas y con ello un crecimiento y fortalecimiento de la comunidad científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alemán Hurtado, L., Muto Lubota, D., González Suárez, E., & Hernández Rodríguez, C. B., (2022). Procedimiento para minimizar costos e prazo de investimento em uma Refinaria de Petróleo. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 373-381.
- Alemán Hurtado, L., Hernández Rodríguez, C. B., Santos Herrero, R., Fleitas Ávila, Y., González Suárez, E. (2021). Optimización de la ganancia en una instalación industrial mediante inversiones que incrementen su disponibilidad operativa. *Tecnología Química*, 41(2), 296-310.
- Bonachea Crespo, M., Pérez Navarro, O., Pedraza Gárciga, J., González Suárez, E. (2021a). Procedimiento de evaluación y adaptación de tecnología para el incremento de la producción de líquido asfáltico. *Centro Azúcar* 48 (1), 98-107.
- Bonachea Crespo, M., & Hernández Touset, J. P., & Pérez Navarro, O. (2021b). Análisis y diseño de la red de intercambiadores de calor en una refinería de petróleo. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(3), 584-591.
- Borges, R (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".
- Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., López Bastida, J. E., Ramos Miranda, F.E. (2021). Gestión del conocimiento en la proyección científica de la industria química mediante diseños experimentales. *Revista Universidad y Sociedad*, 13 (3), 446-451.
- 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. (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, N. (2008). Estrategia de reconversión de una instalación de la industria química. (Tesis doctoral). Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas".
- 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".
- Guzmán Villavicencio, M., González Suárez, E., Morales Zamora, M. (2019). Metodología para Gestionar la Innovación Tecnológica con Integración del Análisis Complejo de Proceso en la Industria Ronera Cubana. *Revista Tecnología Química*, 39 (2), 370-383.
- Mamade 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.
- González Herrera, I. Rabasa Olazábal, G., Pérez Martínez, A., González Suárez, E., Castro Galiano, E. (2016). Herramienta para apoyar la toma de decisiones en el desarrollo de biorrefinerías. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 15 (3), 943-951.
- 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.
- González Suárez, E., Concepción Toledo, D. N., Ramos Miranda, F., Cortés Martínez, R., & López Bastida, E. J. (2021). Los métodos matemáticos en las acciones postgrado de Gestión de Conocimiento de Ingeniería Química. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 259-267.
- Martí Marcelo, C.A., Fabelo Falcón, J. A., González Suárez, E., Rodríguez Padrón, Y. (2019). Metodología para la obtención de los modelos cinéticos de reacciones complejas en añejamientos de bebidas espirituosas. *Afinidad*, LXXVII, 587-590.

- Lara Fiallos, M. V., Bastidas Delgado, L. Montalvo Villacreses, D., Espín Valladares, R., Núñez-Pérez, J., Pérez Martínez, A., Santiago Vispo, N., Rodríguez Cabrera, H., González Suárez, E., Pais Chanfrau, J. (2021). Optimization of inulin extraction from garlic (*Allium sativum* L.) waste using the response surface methodology. *Revista Educación Madrid*, 392 (4), 1-31.
- Lobelles Sardiñas, G. O. (2017). Metodología para la gestión tecnológica integral de aguas sulfurosas en la Refinería de Cienfuegos con enfoque de Economía Ecológica. (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".
- Salvador Pinos, C.A., Albernas Carvajal, Y., Mesa Garriga, L.; García-Rodríguez, A., Villamarin Barriga, E.; Pibaque Sanchez, R.J., González Suárez, E. (2021). Obtaining the kinetic parameters of the enzymatic hydrolysis of sugarcane bagasse using a new enzyme mixture from commercial *Aspergillus niger* and a local strain of *Bacillus subtilis* (Ba13). *Afinidad* 78(592), 54.61.