

58

VIAS DE INSERTAR DOCTORADOS DE INGENIERIA QUIMICA EN PROYECTOS DE INNOVACION PARA FORMAR RECURSOS HUMANOS

WAYS TO INSERT CHEMICAL ENGINEERING DOCTORATES IN INNOVATION PROJECTS TO TRAIN HUMAN RESOURCES

Diana N Concepción Toledo¹

E-mail: dianac@uclv.edu.cu

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

Erenio González Suárez¹

E-mail: erenio@uclv.edu.cu

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

Eduardo López Bastida²

E-mail: kuten@ucf.edu.cu

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

Hilda Oquendo Ferrer³

E-mail: hilda.oquendo@reduc.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1705-5828>

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

²Universidad de Cienfuegos. Carlos Rafael Rodríguez. Cienfuegos. Cuba

³Universidad de Camagüey. Cuba

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Concepción Toledo, D. N., González Suárez, E., López Bastida, E. & Oquendo Ferrer, H. (2022). Vías de insertar doctorados de Ingeniería Química en proyectos de innovación para formar recursos humanos. *Revista Conrado*, 18(S3), 509-519.

RESUMEN

En presente trabajo se presentan y fundamentan sobre la base de la experiencia acumulada y documentada, las vías para insertar temas de doctorados en Ingeniería Química en proyectos específicos de innovación como una alternativa viable para perfeccionar la formación de Recursos Humanos para la actividad del sector. Sobre la base de la experiencia acumulada se expone las premisas, importancia de las Ciencias Básicas y Sociales en la formación de Investigadores, los métodos de investigación científica, la propuesta de trabajo para la formación de investigadores mediante la inserción de los temas de doctorado en los Proyectos de Innovación. Finalmente se elaboran conclusiones para el trabajo futuro en las que resaltan entre otras que en la formación de investigadores tiene especial importancia, no sólo la metodología general de la investigación, que como se ha planteado tiene rasgos generales para todos los campos de las ciencias, y sino también los modernos métodos cibernéticos que son un eslabón intermedio en su aplicación en problemas específicos de las ciencias particulares.

Palabras clave:

Formación, Matemáticas, Métodos Proyectos

ABSTRACT

In this paper, based on the accumulated and documented experience, the ways to insert doctoral topics in Chemical Engineering in specific innovation projects are presented and substantiated as a viable alternative to improve the training of Human Resources for the activity of the sector. On the basis of the accumulated experience, the premises are exposed, the importance of the Basic and Social Sciences in the training of Researchers, the methods of scientific research, the work proposal for the training of researchers through the insertion of doctoral topics in the Innovation Projects. Finally, conclusions are drawn up for future work in which they highlight, among others, that in the training of researchers it is of special importance, not only the general methodology of the investigation, which, as has been stated, has general features for all fields of science, and but also the modern cybernetic methods that are an intermediate link in its application in specific problems of the particular sciences.

Keywords:

Training, Mathematics, Project Methods,

INTRODUCCIÓN:

El incremento explosivo de las investigaciones y la disminución, en el tiempo de los plazos de la aplicación práctica de los resultados científicos, convierte, 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.

La expresión de esta impronta de la época se manifiesta en que la ciencia se introduce en la producción, y esta, a su vez, promueve e impulsa las investigaciones. 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. (Cortés et al., 2021). Evidentemente el desarrollo de la ciencia y la tecnología está determinado por los propósitos económicos y sociales de la dirección del país.

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, siendo por ello clave la investigación en la Educación Superior.

El desarrollo de los procesos de innovación vinculando las universidades y las empresas son temas vitales para el desarrollo de las nuevas tecnologías (Siegel et al., 2004).

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.

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 sólo puede lograrse a través de un sólido potencial científico. Con la vinculación universidad-empresa-gobierno, el proceso docente educativo se enriquece, las empresas estimulan la investigación de nuevos productos, mejoran los procesos de producción actuales y los sistemas de gestión en general y paralelamente, se favorecen los indicadores de desarrollo local, regional y nacional. (Ricardo et al., 2021).

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

1. Las reservas de ideas científicas obtenidas mediante investigaciones fundamentales.

2. 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 Cubana ha sido 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. Sólo líderes capaces logran con eficacia proyectar el trabajo, dirigir el grupo y asumir los compromisos importantes, por lo que se requiere en los cuadros científicos una visión abarcadora y multilateral del mundo real investigado.

MATERIALES Y MÉTODOS

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, por ello en la formación de investigadores son propósitos:

1. 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.
2. La preparación metodológica adecuada del investigador y del colectivo de investigación.

Por tanto, si el análisis y la síntesis son los dos momentos del proceso del conocimiento, no se pueden analizar los objetos de estudio sin penetrar en la fenomenología, en el estudio de la experiencia. 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 real, 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 sólo la metodología general de la investigación, que como se ha planteado tiene rasgos generales para todos los campos de las ciencias, sino también los modernos métodos cibernéticos que son un eslabón intermedio en su aplicación en problemas específicos de las ciencias particulares.

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).

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.

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 labore en proyectos específicos, y garanticen un salario durante el período de años necesarios para su formación como científicos.

Los jóvenes, desde sus estudios de pregrado, 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.

La realización de una maestría y su correspondiente tesis, en estrecho vínculo con el tema de la tesis de doctorado, ha demostrado ser en la práctica un aspecto facilitador de la formación del cuadro científico que se educa en la idea de la labor concreta y el aporte inmediato a la sociedad, con ello, presente y futuro marchan de conjunto.

Como se conoce, 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.

Debido a lo anterior, 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.

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 (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.

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 postgrado, 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).

Se debe considerar, al partir de los principios que fundamentan la Política Científica, aspectos claves para la formación de los investigadores:

1. 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.
2. 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.
3. 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 cuadros científicos lleva, como es natural, a la cuestión de cómo se debe investigar y en los cuales debe consistir la peculiaridad de los métodos de trabajo.

Como se ha señalado, 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 se 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 intervencionalidad 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 vital 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.

De la experiencia de la investigación y la formación científica de profesionales con este propósito se ha podido concluir que una especial incidencia tiene (González-Herrera et al, 2016) la consolidación de las matemáticas en un nivel básico común a todas las especialidades, y su adecuación a las exigencias de cada especialidad con asignaturas de Métodos Numéricos, Álgebra Lineal, Estadística, Diseño de Experimentos, Optimización y Modelación Matemática. De lo anterior puede verse:

1. El incremento de la enseñanza práctica de la física y su consolidación teórica en las carreras universitarias como asignatura esencial para el conocimiento del mundo que nos rodea.
2. La consolidación de la enseñanza de la química con una articulación apropiada para cada especialidad universitaria de acuerdo con las asignaturas básicas específicas requeridas.
3. El perfeccionamiento de la enseñanza de la biología. Por su actual impacto en todas las ramas el conocimiento.

4. La sistematización en todas las carreras universitarias de asignaturas de Ciencias Sociales, con una correcta articulación con los estudios de postgrado y la investigación estudiantil.
5. La introducción de asignaturas de Programación y uso de las computadoras en todas las carreras universitarias.

Métodos de la investigación científica

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.

En la formación de investigadores deben ser propósitos:

1. 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.
2. La preparación metodológica del investigador y del colectivo de investigación.
3. 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

En el estudio de cómo preparar científicos se encontró que el desarrollo de la ciencia se ha materializado a través del proceso continuo del conocimiento, que en términos generales consta de:

1. Actividad cognoscitiva del hombre.
2. Los medios del conocimiento.
3. Los objetos del conocimiento.
4. Los resultados de la actividad cognoscitiva.

Para obtener nuevos resultados en la ciencia se requieren experimentos, observaciones, mediciones, formulación y comprobación de hipótesis. El proceso cognoscitivo se presenta en dos métodos: el proceso empírico espontáneo y el método científico que evita el riesgo del empirismo

El método científico se distingue porque:

1. en el proceso científico se busca la formulación;

2. el perfeccionamiento y el enriquecimiento de los conocimientos;
3. para la actividad científica no son suficientes los hábitos, ni la experiencia adquirida en las acciones prácticas, se requiere la habilidad de observar sistemáticamente, clasificar los objetos y sus propiedades, formular y contraponer los conocimientos, construir conclusiones y comprobarlas, utilizar los conocimientos obtenidos en formas elaboradas por otros hombres o generaciones anteriores.

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

1. medios materiales, aparatos, instalaciones experimentales;
2. medios matemáticos, métodos de cálculo, teorías matemáticas;
3. medios lingüísticos y lógicos: lenguajes artificiales, reglas de las estructuras de las definiciones.

Este proceso de síntesis del conocimiento, ha dado lugar a una aplicación intensiva de los métodos matemáticos en todas las ciencias, de manera que no se puede hablar de perfección en el trabajo científico, si no se ha logrado utilizar la Matemática, 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 que se ha logrado gracias tanto al tratamiento dado a los resultados científicos (Albernas-Carvajal et al, 2016; Salvador et al, 2021; Lara-Fiallos et al., 2021), el uso adecuado de los planes experimentales (Morales et al, 2018; Martí Marcelo et al, 2019) y los métodos de optimización (Mesa et al, 2017).

Como se sabe, el problema de optimización, desde la Ingeniería de Procesos Químicos, no se centra en los métodos matemáticos, sino en las cuestiones metodológicas, es decir, en el planteamiento del problema que incluye la selección del Parámetro de Optimización, selección del modelo matemático, comprendido la definición de las restricciones que hacen real la solución al problema estudiado (Maußner & Freund, 2018). Cada grupo de aplicaciones, según los problemas de incertidumbre considerados tienen rasgos comunes y restricciones para su aplicación, como se enuncia a continuación en su vínculo con los problemas de incertidumbre.

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 de los resultados obtenidos, reivindicados, así como su aplicabilidad.
2. Haber demostrado 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. Haber demostrado conocimientos generales y específicos en su especialidad acorde con la actualidad científica internacional del momento de su defensa del grado científico.
4. Haber demostrado capacidad de trabajo científico en un idioma no natal reconocido al efecto.
5. Haber demostrado 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 de su defensa del grado científico.

Estos requisitos responden al criterio de que una investigación científica puede ser conveniente realizarla por varios motivos, ya sea para ayudar a resolver un problema o para construir una nueva teoría.

Lo que para algunas personas resulte interesante y de meritoria importancia, para otros no les resulte de igual manera. Esto está dado por las propias motivaciones e intereses que muevan la actividad investigativa. Por lo anterior, una investigación científica y una tesis doctoral, en primer lugar, debe demostrar su propia razón de ser.

Si no se conocen las razones básicas que motivan una investigación, y justifican que no se a 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 empresa en cuestión (Guadarrama, 2012).

En consecuencia, con esto, en cualquiera que sea el tipo de investigación que se realice, 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.

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:

- a. pertinencia,
- b. coherencia,
- c. actualidad,
- d. aporte teórico o práctico (o ambos)
- e. fundamento
- f. rigor metodológico.

Una conceptualización de la justificación y ejecución de una investigación se puede fundamentar con los siguientes aspectos:

- **Conveniencia.** Responde a la presunta utilidad que puede tener la realización de esta investigación, para qué sirve.
- **Relevancia social.** Se relaciona con el alcance social que posee, la trascendencia que ella puede tener para la sociedad, quienes se pueden beneficiar con sus resultados y de qué modo.
- **Implicación práctica.** Se relaciona con la posibilidad de tener implicaciones trascendentales que resuelvan un problema práctico.
- **Aporte teórico.** Si los resultados de la investigación conducen a llenar algún vacío existente en el conocimiento, si existe la posibilidad de generalizar los resultados, si la información que se obtiene puede conducir al desarrollo de una teoría o puede sugerir ideas, recomendaciones o hipótesis para futuros estudios.
- **Utilidad metodológica.** Se refiere a que, si la investigación puede ayudar a crear un nuevo instrumento para la recopilación y análisis de la información, puede definir conceptos o establecer nexos entre variables.
- **Viabilidad o factibilidad de la investigación.** Están referidos a la disponibilidad de los recursos financieros, humanos y materiales que determinarán, en última instancia, los alcances de la investigación, los que finalmente determinan si puede llevarse a cabo la investigación y qué tiempo tomará para su realización.

Las acciones necesarias por realizar para la ejecución y éxito de un proyecto de doctorado son las siguientes:

1. Análisis de las propuestas de los aspirantes, la que debe ser presentada en un documento por cada interesado y donde se incluya los aspectos siguientes:
 - a. Título o tema de la tesis.
 - b. Resumen, no más de dos cuartillas.

- c. Consideraciones sobre la novedad científica.
 - d. Principales conclusiones y recomendaciones que considera se puedan extraer del trabajo realizado.
 - e. Relación de artículos y ponencias presentadas sobre el tema. (Si es posible tener disponible los textos)
 - f. Las limitaciones que en su opinión tiene el Trabajo.
2. 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.
 3. 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.
 4. Presentar sistemáticamente y con oponentes los resultados y avances de su investigación ante las sesiones científicas de los Departamentos auspiciadores o de los Programas Doctorales.
 5. Aprobación en la Comisión de Grados Científicos de la universidad que auspicia al doctorante que hayan presentado sus documentos de tesis para predefensa con la debida asesoría.
 6. Cumplir los requisitos establecidos de aprobar ante Tribunal acreditado al efecto los exámenes de conocimientos de:
 - a. Conocimiento de la especialidad en la que realiza el doctorado;
 - b. Conocimiento de idioma no materno;
 - c. Conocimiento de Problemas Sociales de las Ciencias.
 7. Publicar dos artículos científicos como mínimo en revistas de reconocido prestigio internacional referidas en base de datos.
 8. Defender un Trabajo de Tesis doctoral que tenga aportes al conocimiento científico nacional o internacional que debe:
 - a. Ser presentado en el Departamento docente que avale al aspirante en acto de Predefensa del Trabajo de Tesis.
 - b. Ser defendido ante el Tribunal Nacional Permanente de la especialidad de Cuba.

Propuesta de trabajo para la formación de investigadores. La inserción de los temas de doctorado en los Proyectos de Innovación

Para lograr el objetivo de lograr una formación acelerada de cuadros científicos para la investigación en

las universidades, se requiere los siguientes objetivos específicos:

1. 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; deben vincular la formación de cuadros científicos a la solución de problemas específicos de la sociedad y la economía de su entorno.
2. Minimizar el impacto negativo que ha tenido la escasa formación de investigadores, al conjugar la formación de científicos con la solución de problemas concretos del desarrollo.
3. 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.
4. Propiciar la disminución de los costos totales en la formación de cuadros 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.

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; se ha partido de un grupo de ideas básicas sobre la formación de doctores, que son las siguientes:

1. 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.
2. 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.
3. El Coordinador del Proyecto debe tener una visión generadora de conocimientos, tutor científico e introductor de resultados.
4. 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 el trabajo en equipo y la ayuda mutua entre investigadores. Por lo tanto, el trabajo del Proyecto debe contar con un asistente del 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 postdoctoral o doctoral según sea el caso. Así mismo se incorporan al proyecto estudiantes de grado, maestría y otros de doctorado que dan sus primeros pasos en su formación doctoral.

5. Las sesiones científicas sistemáticas para debatir los resultados y las estrategias de continuación de la 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.
6. La elaboración periódica de documentos científicos para ordenar las ideas y someterlos a la crítica de otros especialistas.
7. La búsqueda sistemática no solo de la solución de los problemas, sino también de los impactos científicos que garanticen la formación en este aspecto.

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

1. Profundización teórica sobre los métodos y fundamentos de la solución de la demanda real que se trata de resolver.
2. Control operativo del Trabajo en equipo y del Proyecto en general.
3. Representación externa e interna en la ejecución del proyecto en la presentación de resultados.
4. Colaboración internacional en las investigaciones con expertos de otros países para conocer directamente diferentes enfoques en el trabajo investigativo.
5. Preparación de tareas de divulgación del Proyecto y sus resultados.
6. Contacto directo con los introductores del resultado.
7. La formulación de Proyectos de apoyo, con instituciones financieras de las labores de investigación nacionales e internacionales.

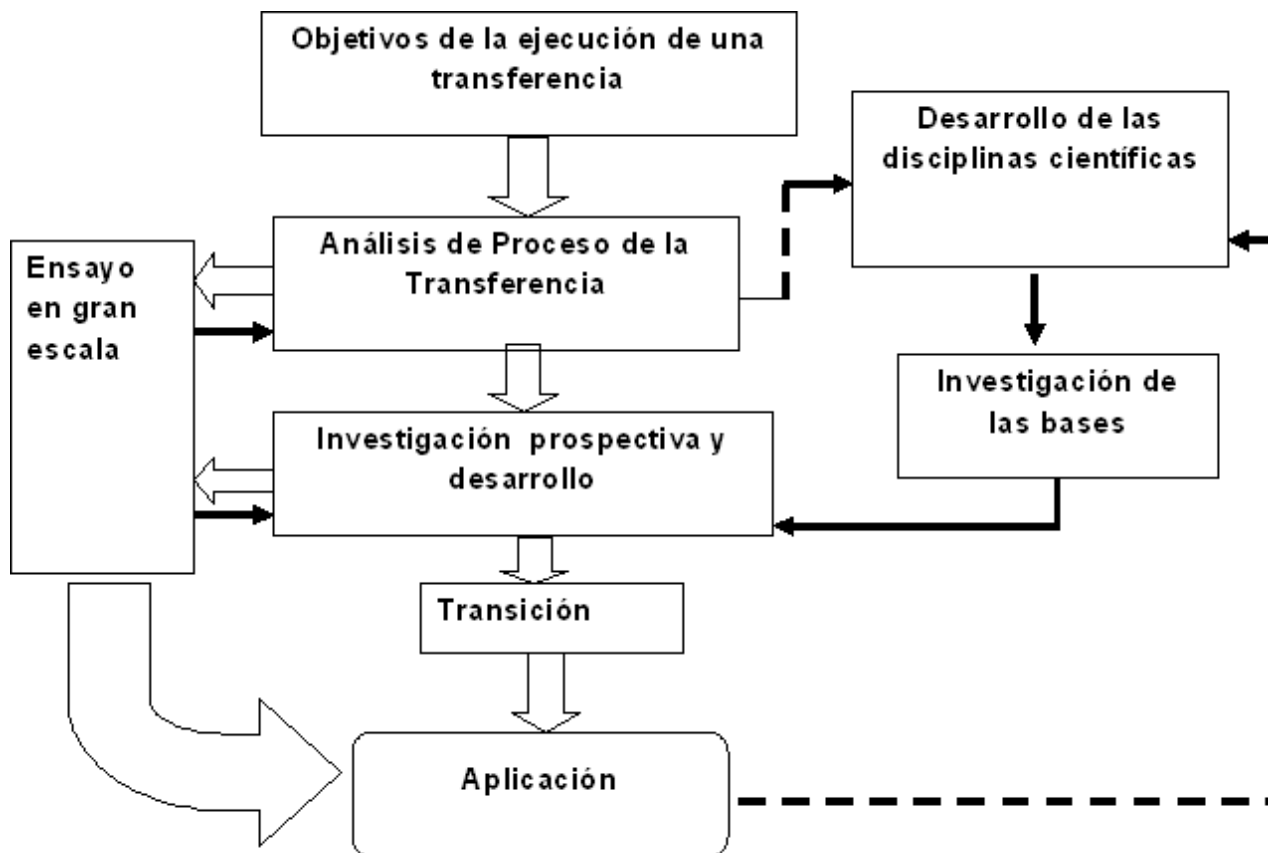
En esta dirección, se deben realizar un conjunto de acciones como vías de lograr la viabilidad de la estrategia elaborada y la ejecución de las ideas básicas para la formación de investigadores científicos y su creciente potenciación de posibilidades, que se relacionan a continuación:

1. Favorecer el trabajo colaborativo con las empresas.
2. Trabajar en la dirección del aprovechamiento de los residuos disponibles como fuente de materias primas y energía.
3. Favorecer el vínculo con el desarrollo de la industria en la región de acción directa del Centro de Generación de conocimientos.
4. 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.
5. Gestar Proyectos Internacionales, Binacionales y Nacionales con vistas a alcanzar nuevos conocimientos de transferencia al sector productivo.

Los resultados por alcanzar son los siguientes:

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

El diagrama que se muestra en la Figura 1, representa el proceso de transferencia de tecnología y su interacción con la necesidad de gerencia de conocimientos:



: Figura 1. Proceso de transferencia de Tecnología en su interacción con las demandas de nuevos conocimientos Visto como un Proyecto las actividades por desarrollar, deben incluir al menos las siguientes tareas, planificadas a ciclo completo:

1. Curso para incrementar la preparación en idiomas de los cuadros científicos en formación. Fecha: dos primeros meses del Proyecto.
2. Establecer las líneas de investigación científica, en las cuales se requieren formar nuevos cuadros a corto y mediano plazo. Fecha: dos primeros meses del Proyecto
3. Curso de Metodología de la investigación. Definición de temas de investigación. Fecha: dos primeros meses del Proyecto.
4. Curso de Gestión de Ciencia y Tecnología e Innovación. Fecha: dos primeros meses del Proyecto.
5. Curso de Gestión de la Información. Fecha: dos primeros meses del Proyecto.
6. Curso sobre Planificación Experimental, Modelación y Optimización de Procesos en la Investigación Aplicada. Fecha: cuatro primeros meses del Proyecto.
7. Curso sobre Prospectiva Tecnológica. Fecha: Meses cuarto y quinto del Proyecto.
8. Curso de Gestión de Proyectos de Investigación y Desarrollo. Fecha: Meses cuarto y quinto del Proyecto
9. Consultoría sobre el desarrollo de las investigaciones en desarrollo. Fecha: meses del octavo al décimo del Proyecto.
10. Definición de posibles Proyectos de Investigación conjuntos y temas de doctorado. Fecha: meses del octavo al décimo del Proyecto.

11. Definición de presupuesto y vías de financiamiento de Proyectos de Investigación conjuntos y temas de doctorado. Fecha: meses del octavo al doce del Proyecto.
12. Definición de asignaturas específicas de la especialidad de los temas de doctorado aprobados. Fecha: meses del octavo al doce del Proyecto.
13. Informe final del Proyecto. Propuesta de inicio de programas doctorales. Fecha: mes doce del Proyecto.

CONCLUSIONES

En la formación de investigadores tiene especial importancia, no sólo la metodología general de la investigación, que como se ha planteado tiene rasgos generales para todos los campos de las ciencias, y sino también los modernos métodos cibernéticos que son los modernos métodos cibernéticos un eslabón intermedio en su aplicación en problemas específicos de las ciencias particulares.

Los jóvenes, desde sus estudios de pregrado, 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.

La realización de una maestría y su correspondiente tesis, en estrecho vínculo con el tema de la tesis de doctorado, ha demostrado ser en la práctica un aspecto facilitador de la formación del cuadro científico que se educa en la idea de la labor concreta y el aporte inmediato a la sociedad, con ello, presente y futuro marchan de conjunto.

El proceso de síntesis del conocimiento, ha dado lugar a una aplicación intensiva de los métodos matemáticos en todas las ciencias, de manera que no se puede hablar de perfección en el trabajo científico, si no se ha logrado utilizar la Matemática, 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 que se ha logrado gracias tanto al tratamiento dado a los resultados científicos, el uso adecuado de los planes experimentales y los métodos de optimización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Albernas-Carvajal, Y. J., Pedraza Garciga, G. C., Rodríguez Rodríguez, L. & González Suárez, E. (2016). Primera aproximación a la cinética de la obtención de etanol mediante sacarificación y fermentación simultánea del bagazo. *AFINIDAD*, **73**, 575. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/39841?show=full>

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. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2080>

González-Herrera, I. G., Rabasa-Olazábal, A., Pérez-Martínez, E., González-Suárez, E. & Castro-Galiano (2016). Herramienta para apoyar la toma de decisiones en el desarrollo de biorrefinerías. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, **15**(3), 943-951. <http://rmiq.org/iqfvp/Pdfs/Vol.%2015,%20No.%203/IP2/IP2.html>

González, E. (1997). La influencia de las ciencias básicas en la formación de investigadores de Cuba. *Revista Nómadas*, (7). <https://www.redalyc.org/pdf/1051/105118909014.pdf>

Guadarrama González, P. (2012). *Dirección y Asesoría de la Investigación Científica*. Ciencias Sociales. https://nanopdf.com/download/direccion-y-asesoria-de-la-investigacion-cientifica_pdf

Lara-Fiallos, Marco, V., Leiker, A., Bastidas-Delgado, D. T., Montalvo-Villacreses, R. C., Espín-Valladares, J., Núñez-Pérez, A., Pérez Martínez, N., Santiago V., Rodríguez Cabrera, H., González Suárez, E. & Pais-Chanfrau, J. M. (2021). Optimization of inulin extraction from garlic (*Allium sativum* L.) waste using the response surface methodology. *Revista Educación Madrid*, **392**(4), 2-31. https://assets.researchsquare.com/files/rs-136719/v1_covered.pdf?c=1631850370

Martí Marcelo, C. A., J. A. Fabelo Falcón, E. 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. <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/367902>

Maußner, J. & Freund, H. (2018). Optimization under uncertainty in chemical engineering: Comparative evaluation of unscented transformation methods and cubature rules. *Chemical Engineering Science*, **183**, 329-345. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S000925091830040X>

Mesa, L., Martínez, Y., Barrio, E. & González, E. (2017). Desirability function for optimization of Dilute Acid pretreatment of sugarcane straw for ethanol production and preliminary economic analysis based in three fermentation configurations. *Applied Energy*, **198**(15), 299-311. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.03.018>

Morales-Zamora, M., de Armas Martínez, A. C., Mesa-Garriga, L., Acosta-Martínez, D. & González-Suárez, E. (2018). Avances en el uso del licor hidrolizado de bagazo en la fermentación de mezclas azucaradas. *AFINIDAD*, 75(581). file:///C:/Users/erenio/Downloads/335964-Article%20Text-483450-1-10-20180328-2.pdf

Ricardo Cabrera, H., Rodríguez Pérez, B., León González, J. L. & Medina León, A. (2021). Bases y oportunidades de la vinculación universidad-empresa. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(1), 300-306. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1926?articlesBySameAuthorPage=2>

Rivas, D. F., Castro-Hernández, E., Villanueva Perales, A. L. & Van der Meer, W. (2018). Evaluation method for process intensification alternatives. *Chemical engineering and processing: process intensification*, 123, 221-232. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2017.08.013>

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* (Bal3). *AFINIDAD*, 78(592). <https://raco.cat/index.php/afinidad/article/view/385612>

Siegel, D. S., Waldman, D. A., Atwater, L. E. & Link, A.N. (2004). Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies. *Journal of Engineering and Technology Management Jet-M*, 21, (1-2), 115-142. https://libres.uncg.edu/ir/uncg/f/A_Link_Toward_2004.pdf

Simeón Negrin, R. E. (1996). Estrategia de la Ciencia y la Tecnología en Cuba. *IBERGECYT'96*. [Scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07601997000300001](https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0375-07601997000300001)

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. <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/37351>