

## Titulo

# La estrategia de formación postdoctoral como vía para incrementar la capacidad investigativa y su impacto en la transferencia de tecnología en la industria de la caña de azúcar

Arley Placeres<sup>1</sup>; Ronaldo Santos Herrero<sup>2</sup>; Nancy López Bello<sup>2</sup>; Erenio González Suárez<sup>3</sup>.

- 1) Departamento de Marxismo, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- 2) Departamento de Ingeniería Química, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.
- 3) Centro de Análisis de Procesos, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

### Resumen.

En el trabajo se exponen las razones que justifican la inclusión de las actividades postdoctorales de los docentes e investigadores del Departamento de Ingeniería Química de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas como una contribución a la capacidad investigativa del colectivo y un crecimiento del trabajo experimental para lograr mediante la gestión de nuevas tecnologías un mayor impacto de las investigaciones universitarias hacia el entorno empresarial de la industria de procesos químicos y fermentativos. Finalmente, se fundamenta la estrategia de continuación de esta actividad.

**Palabras clave:** Postdoctoral, investigaciones, gestión tecnológica, trabajo experimental.

### Abstract

**Key words:** Postdoctoral, investigations, experimental work, technological gestations.

## Introducción

El propósito supremo de toda la actividad universitaria es, sin dudas, la creación de capacidades humanas y conocimientos para contribuir activamente, en el presente y en el futuro, a la solución de los problemas que para su desarrollo enfrenta la sociedad, en ese contexto, el estrecho vínculo de la investigación científica con la demanda de los procesos químicos y fermentativos, fundamenta el esfuerzo de los investigadores, así como los recursos materiales y financieros que se invierten, en la búsqueda incesante de un conocimiento más acabado del mundo en que vivimos, preparando al docente e investigador universitario para la satisfacción del deseo de transformar ese mundo productivo en beneficio del desarrollo de nuestro país. Por ello es de vital importancia, que en el diseño de todo esfuerzo investigativo se avizore, desde un inicio, las posibilidades de su impacto a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, para que las empresas puedan aprovechar los conocimientos (científicos) deben estar disponibles en forma adecuada.

Es imprescindible la participación de la Ciencia y la Innovación Tecnológica en una vinculación efectiva, masiva y perdurable con el sector productivo. Esta vinculación es la consolidación de las capacidades de servicios y asistencia técnica al cliente en los centros de generación y desarrollo de conocimientos, así como la propia generación de conocimientos a través de las acciones de mejoras dentro de las organizaciones productivas. Tanto la ciencia como la innovación tecnológica constituyen el ámbito fundamental de interés del desarrollo de la esfera productiva y de servicios, así como repercuten en la capacidad sistemática de generar nuevos conocimientos de los centros de investigación y desarrollo, actividad en la que es necesaria una alianza efectiva entre las esferas de generación de nuevos conocimientos y los usuarios empresariales de estos conocimientos en la búsqueda del incremento de la competitividad de ambos sectores de la sociedad.

La materialización de las alianzas, entre los Centros de Generación de Conocimientos y las empresas introductoras de estos conocimientos, sólo se puede dar a través de oportunidades de beneficio mutuo, lo que estará determinado para las nuevas oportunidades de colaboración que se posibiliten por el incremento de la competitividad que

se proporcionen los resultados del conocimiento a las empresas potencialmente usuarias de estos conocimientos, y desde luego por los beneficios que esta introducción produzcan en los centros de Generación de Conocimiento, lo que puede materializarse a través de la introducción de los resultados científicos cuando se investiga a ciclo completo, si esta concepción de trabajo se utiliza también para la formación de recursos humanos.

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

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

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

Lo anterior, fundamenta la necesidad de elaborar una estrategia de incremento de las capacidades, mediante sistemas de postgrado (Maestrías, Doctorados y Posdoctorados), de generación y asimilación de tecnologías de obtención de productos químicos de alto valor agregado.

No obstante el esfuerzo que en la actividad de postgrado, específicamente en la de formación de doctores, se ha realizado desde los años setenta del pasado siglo xx y el tradicional vínculo con la producción y los servicios de las universidades cubanas, dos fenómenos negativos se han presentado: por un lado, el impacto de la investigación científica en la industria química y fermentativa no ha mantenido la dinámica requerida para la economía

cubana y por otro, muchos de los doctores, que en su momento constituyeron el núcleo duro de los investigadores científicos, detuvieron, una vez defendida su tesis doctoral, su ritmo de crecimiento individual por diferentes causas. Esto último se ha manifestado de forma especialmente perjudicial en la Educación Superior mediante dos indicadores significativos, no promoción de doctores del segundo grado científico, y papel meramente formal en la pirámide científica de doctores de años de graduados que ceden al empuje de los más jóvenes, no por el relevo natural de generaciones, sino por falta de dedicación sistemática a la creatividad investigativa, lo que se manifiesta como interrupciones perjudiciales en la continuidad del liderazgo científico, reconocimiento profesional y la visibilidad científica y con ello en las escuelas de investigación científicas que son la base de la excelencia de la educación superior.

Los factores que explican este estancamiento en el desarrollo científico de valiosos investigadores han sido, entre otros, la asignación de tareas ajenas a la investigación y creación científica que los ha alejado de esa actividad, también por qué no decirlo, la falta de resistencia para mantener el necesario ritmo creativo investigativo y la Catania de una figura académica y de formación que obligue a superar las dos causas anteriores.

Por ello el Departamento de Ingeniería Química se ha trazado una estrategia de formación postdoctoral que tiene como objetivos:

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

En el cumplimiento de estos objetivos se ha partido de que la colaboración con el sector empresarial es una vía idónea de crear

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

## Desarrollo

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

Sin lugar a dudas el impacto de la ciencia y la innovación tecnológica ha generado cambios duraderos en la economía, la ciencia, la tecnología y el medio ambiente reflejados en sus indicadores como resultado de la ejecución de acciones de investigación y desarrollo, así como adicionalmente de innovación tecnológica que introducen valor agregado a los productos, servicios, procesos y tecnologías, manifestándose además en el surgimiento y consolidación de determinados sistemas tecnológicos que al actuar de conjunto expanden su acción hasta producir una verdadera modificación en los patrones y en el comportamiento de la economía y la sociedad en su casi totalidad, siendo esta su característica esencial, modificando cualitativamente parte de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción vigentes.

Por otro lado, si bien es una realidad que las instituciones académicas no son los únicos centros de producción de los conocimientos, lo que sí se afirma es que la Educación Superior es el elemento socio-institucional básico de producción de los trabajadores del conocimiento y que, junto con ello, ha cobrado cada vez más importancia el papel de las instituciones de la Educación Superior en la transferencia de conocimientos y tecnología hacia la producción y la sociedad.<sup>3</sup>

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

De manera que sólo se conseguirán resultados verdaderamente impactantes en las economías de los diferentes países cuando se logre que la propia concepción, planificación y ejecución del trabajo científico investigativo esté orientado a la culminación del ciclo completo de la actividad científico productiva. Lo anterior se fundamenta en numerosos ejemplos que demuestran que una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la introducción de su producto científico, siempre y cuando realmente esta se desarrolla sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los

factores de desarrollar el producto que demanda el mercado, y que indudablemente creará nuevos retos a los investigadores y con ello nuevos conocimientos generados lo que, sin duda, contribuirá a la creación de capacidades investigativas.

En esta colaboración de las empresas de producción y servicios y los centros de generación de conocimientos, no se debe dejar de considerar las características específicas de cada una de ellas.

En este análisis es necesario considerar los ámbitos de la actividad de una empresa y de los Centros de la Educación Superior. Realmente los ámbitos de las empresas y de los Centros de la Educación Superior son diferentes, como se observa en la Figura 1, las áreas de acción de las empresas están enmarcadas en las Ciencias, la Tecnología y el Mercado, siendo el alcance de la Educación Superior más amplio, incluyendo su estrecho vínculo con la sociedad.<sup>1</sup>

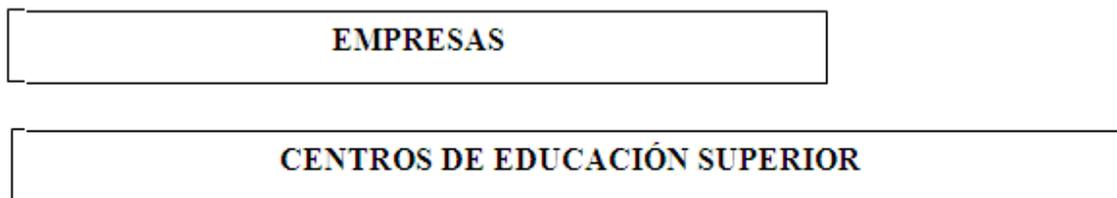
Por otro lado, entre los preceptos básicos de científicos y los tecnólogos existen valores antagónicos según se detalla a continuación.

En adición a esto, la Ciencia y la Tecnología son dos universos diferentes, pues el impacto de una tecnología se mide por el problema de mercado que resuelve y la complejidad tecnológica es ajena a esta relación.<sup>1</sup>

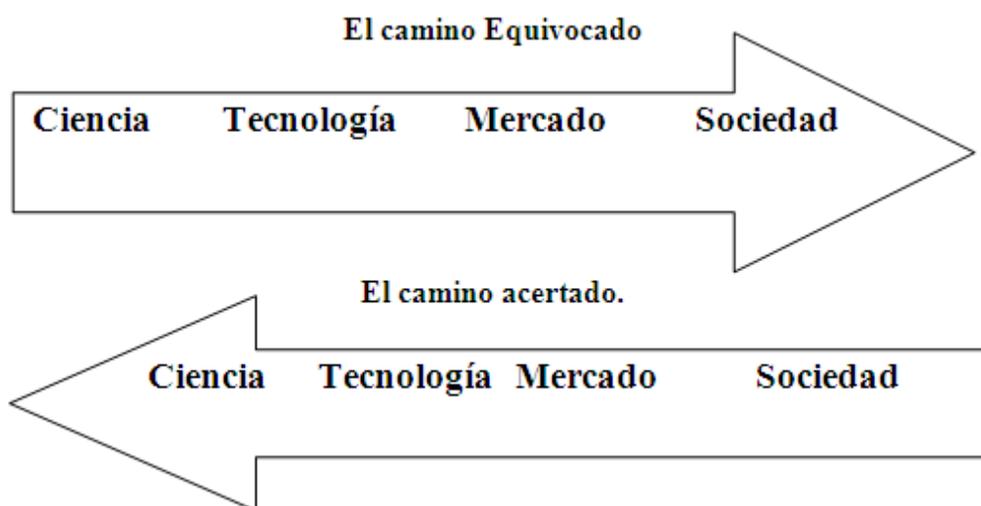
Además, es necesario tener siempre en cuenta que sin mercado, una tecnología y su producto son meras curiosidades técnicas, que la tecnología es el único medio de generar riqueza (no hay valor agregado sin tecnología), que las ventajas competitivas de un país surgen de su capacidad para la gestión tecnológica,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

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

CIENCIA                      TECNOLOGÍA                      MERCADO                      SOCIEDAD



**Figura 1. Ámbitos de las Empresas y los Centros de la Educación Superior**



**Figura 2. Posibles caminos para el vínculo de la ciencia, la tecnología, el mercado y la sociedad**

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

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

Entonces, ha sido necesario con visión de futuro, trazar una estrategia de investigación a largo plazo que permita asegurar el desarrollo sostenido del Departamento de Ingeniería Química y su aliado estratégico, el Centro de Análisis de Procesos a través de la línea científica universitaria de “Estrategias y Tecnologías para la obtención de productos químicos de alto valor agregado”.

### **Estrategia de investigación para la obtención de productos químicos de alto valor agregado a partir de la caña de azúcar**

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

Por otro lado, en los procesos de transferencia y asimilación de tecnologías siempre habrá incertidumbre y cuanto mayor sea el nivel de incertidumbre, mayor será la resistencia que ofrezcan los agentes afectados de una u otra forma por los cambios tecnológicos, y mayor será también el esfuerzo necesario para realizar el proceso hasta el final.<sup>2</sup>

En este concepto, un diagrama que muestra la labor de transferencia de tecnología y su interacción con la necesidad de gerencia de conocimientos se muestra a continuación:

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

- Un adecuado conocimiento y valoración de las tendencias de desarrollo universal sobre una determinada temática.
- Una ágil y efectiva estrategia de investigación experimental en retroalimentación con el estudio de escalado y factibilidad de los procesos tecnológicos, lo que requiere la ingenierización de la investigación.
- Los aspectos claves en esta estrategia han sido, sin dudas:
  - El vínculo con la demanda. Los estudios técnicos, económicos y ambientales. Los estudios previos inversionistas.
  - Asimilar los conocimientos que se generan constantemente. Intercambio sistemático con científicos. Vigilancia Tecnológica.
  - Gestión del conocimiento y desarrollo prospectivo.
  - La minimización de los gastos de investigación. Diseño experimental y la modelación matemática.
  - Formación y crecimiento de todos los recursos humanos. Combinación de la teoría, el debate científico y la práctica real.

Incorporación de las actividades postdoctorales a la estrategia de fortalecimiento de las capacidades científicas e investigativas

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

- Es requerimiento en la formación postdoctoral que la investigación desarrollada tenga aplicación práctica a corto, mediano o largo plazo, siendo en extremo eficaz que la génesis del trabajo de investigación sea una demanda real de la producción.
- Se debe organizar la respuesta a la demanda de conocimiento como un Proyecto de Investigación y Desarrollo con todos los requerimientos organizativos de esta actividad.
- Que el Coordinador del Proyecto debe tener una visión de generador de conocimientos, tutor científico e introductor de resultados.

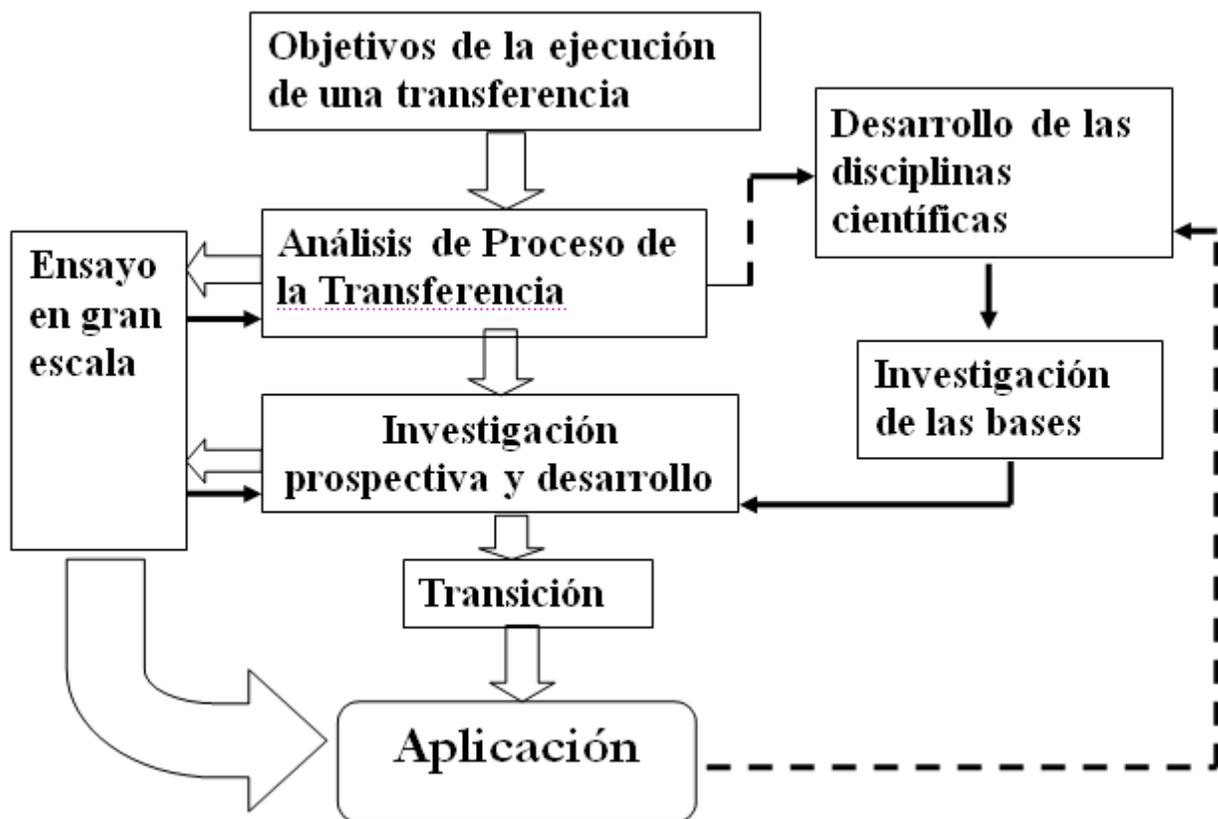


Figura 3. Proceso de transferencia de Tecnología en su interacción con las demandas de nuevos conocimientos

.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 interno de un Proyecto debe contar con un asistente del responsable del Proyecto encargado no solo del peso operativo de la ejecución del Proyecto, sino, y sobre todo, de la ejecución del trabajo central del proyecto lo que debe redundar en su formación postdoctoral, según sea el caso, asimismo se incorporan al Proyecto otros investigadores en formación, como estudiantes de grado, maestría y doctorado.

- Las sesiones científicas sistemáticas para debatir los resultados y las estrategias de continuación de las labores del Proyecto, con la presencia del Coordinador del mismo, pueden ser organizadas por el asistente del proyecto, como una vía de forzar su desarrollo profesional personal de una manera más activa.
  - La elaboración periódica de documentos científicos para ordenar las ideas y someterlos a la crítica de otros especialistas.
  - La búsqueda sistemática no solo de la solución de los problemas, sino también de los impactos científicos que garanticen la formación en este aspecto.
- En esta dirección se deben realizar un conjunto de acciones como vías de lograr la viabilidad de la estrategia elaborada y la ejecución de las ideas básicas para la formación de investigadores científicos y su creciente potenciación de posibilidades, que incluyen:

- Favorecer el vínculo con el desarrollo de la industria química y fermentativa en la región de acción directa del Centro de Generación de Conocimientos.

- Incrementar la dinámica en la participación de las empresas y los centros de generación de conocimiento como redes estables de trabajo, no solo con personas sino también con ideas y formas de actuación.

- Favorecer la vinculación con los Parques Tecnológicos de la Región como una vía de establecer oportunidades de terminación de resultados y de transferencia de conocimientos al sector productivo.

- Gestar Proyectos Internacionales, Binacionales y Nacionales con vistas a alcanzar nuevos conocimientos de transferencia al sector productivo.

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

- Profundización teórica sobre los métodos y fundamentos de la solución de la demanda real que se trata de resolver.

- Control operativo del trabajo en equipo y del proyecto en general.

- Representación externa e interna en la ejecución del proyecto en la presentación de resultados.

- Colaboración internacional en las investigaciones con expertos de otros países para conocer directamente diferentes enfoques en el trabajo investigativo.

- Preparación de tareas de divulgación del Proyecto y sus resultados.

- Contacto directo con los introductores del resultado.

- La formulación de Proyectos de apoyo, con instituciones financieras de las labores de investigación nacionales e internacionales.

En la Política Científica para el período 2011-2014 se han previsto los proyectos siguientes de investigación determinados por el vínculo con el sector empresarial de la industria de la caña de azúcar:

Proyectos vigentes:

1. Integración material y energética de procesos tecnológicos que utilizan la biomasa como fuente de materias primas. CITMA Nacional.

2. Posibilidades de obtención de etanol y coproductos a partir de residuos de la industria de la caña de azúcar. CITMA Nacional. U.M.CC.; U.C.

3. Estrategia de reconversión de las industrias de la caña de azúcar para la producción de bioetanol y coproductos. CITMA Nacional. UC; CULT.

4. Alternativas de desarrollo de la industria de la caña de azúcar en el concepto de Biorrefinería. En alianza con el CITMA de VC y Cienfuegos.

5. Generación y uso adecuado del agua en las industrias de procesos químicos y fermentativos.

6. Aprovechamiento de residuos industriales en la obtención de energía y coproductos.

7. Gestión de Ciencia e Innovación en la industria química y fermentativa.

Requisitos y definiciones:

Los requisitos para la realización de actividades postdoctorales son:

- Que se ejecute en el contexto de los proyectos aprobados de la línea de investigación.

- Que los resultados alcanzados sean transferibles a las empresas de producción a mediano o corto plazo y tengan desde el primer momento un usuario interesado.

- Que se incluya en el postdoctoral una acción de transferencia de tecnología;

- Que se incluya en el postdoctoral una acción de vigilancia tecnológica.

- Que se deriven de su ejecución propuestas de temas doctorales.

- Que tenga de duración no menos de 6 meses.

- Que se incluya un fuerte componente experimental.

- Que se utilicen métodos avanzados de procesamiento de datos.

- Que se obtengan publicaciones de impacto en la web.

- Que se tenga un tutor extranjero además del cubano.

- Que se incluya una estancia de no menos de 30 días en una institución extranjera de trabajo postdoctoral en otro colectivo científico, pero siempre en beneficio del desarrollo de la ciencia y como complemento del proyecto que responde a la demanda de la economía de Cuba y ajustado a la demanda de la economía cubana.

## Conclusiones

1. La continuidad de las escuelas científicas y la capacidad de formar profesionales de alta calidad está determinada por la continuidad de la formación de promotores y líderes científicos con una inserción y reconocimiento de la sociedad, lo que se ha debilitado por diferentes causas en los últimos años.
2. La alianza Universidad-Empresa es una alternativa en beneficio mutuo, para fortalecer los vínculos entre el sector generador de conocimientos y el de producción de bienes y servicios, la cual debe continuar perfeccionándose acorde con las demandas de la realidad de la sociedad.
3. La actividad de los Centros de Educación Superior está muy vinculada a la sociedad y por ella a la demanda del mercado, ejerciendo una fuerza inductora sobre política científica y la formación de sus recursos humanos que conllevan a encontrar formas más actualizadas para el crecimiento sistemático y continuo de la capacidad de desarrollo de la ciencia y la técnica.
4. Una investigación a ciclo completo llega a feliz término con la comercialización de su producto científico cuando realmente esta se desarrolla sobre la base de un interés colectivo por parte de todos los factores de desarrollar el producto que demanda el mercado y se resuelven todos los problemas, que permiten el impacto del conocimiento científico en satisfacer las demandas del mercado, lo que brinda infinitas posibilidades de hacer Ciencia y de crecimiento de los recursos humanos en el plano científico y profesional.
5. La formación de recursos humanos para la investigación en vínculo estrecho con las demandas de la sociedad y la esfera productiva crea fortalezas y visiones más completas en los profesionales que investigan con vistas a contribuir a la mejor solución de los problemas sociales y productivos del mundo de hoy, ratificando que la ciencia puede ser una fuerza productiva directa

## Bibliografía

1. Cunnigham, R; M. A. Laborde y E. González: La gestión de proyectos en la gerencia de conocimientos para el uso de la biomasa como fuente de productos químicos y energía. Experiencia y proyección. I. Encuentro Nacional e Internacional de Gestión Tecnológica, Caracas, Venezuela, 15 al 21 de mayo de 2002.
2. . . . . *Vías para el diseño de nuevas instalaciones de la industria química, fermentativa y farmacéutica*, Editorial Científico-Técnica, La Habana, 263 pp., 2005. ISBN: 959-05-0377-2
3. Waissbluth, M.: “Vinculación de las investigaciones Científicas y tecnológicas con las unidades productivas”. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo: interrelaciones teóricas y metodológicas*, Editorial Nueva Sociedad, pp. 387-410, 1994.