

Una opción para la investigación en empresas: maestría en Química Inorgánica de la república de Cuba

*Raquel María Acosta Chávez, Luis Javier Fiffe Muguercia,
Luis Alberto Bello Pauli**

Abstract

The aim of this paper is to present the program for the Master degree in Inorganic Chemistry of the Republic of Cuba. Different alternatives are presented through examples for preparing qualified professionals in Inorganic Preparative and Metallurgical Chemistry. The link between university and industries and the relationship with technological development projects are presented.

Resumen

En el trabajo se presenta una breve caracterización del programa nacional de la maestría en Química Inorgánica de la República de Cuba. Mediante ejemplos se demuestra la posibilidad de formar personal calificado en Inorgánica Preparativa y Química Metalúrgica empleando el vínculo universidad-empresa y su relación con proyectos de desarrollo tecnológico.

Introducción

El Programa Nacional de la Maestría en Química Inorgánica de la República de Cuba, que se imparte en la Universidad de Oriente (UO) y Universidad de la Habana (UH), responde a la necesidad de desarrollo de profesionales que laboran en Centros de Educación, de Investigación, de Producción o Servicios en aspectos relacionados con sustancias sintéticas o naturales de índole inorgánica. La misma brinda conocimientos avanzados en los campos especializados de esta rama del saber, conjugando la fundamentación teórica para el profesional con la aplicación de contenidos prácticos en la mejor explotación de materiales, así como el estudio de sus propiedades. Su *currículum* propicia el desarrollo de habilidades investigativas y contiene un subsistema que constituye la columna vertebral, de forma tal que se asocia a grupos y empresas que desarrollan líneas de investigación, garantizando el proceso de investigación individual desde el inicio.

Se ha proyectado acorde a la realidad de los países latinoamericanos y proporciona a los graduados universitarios de las carreras de Química, Metalurgia y equivalentes,

un dominio profundo del método científico y conocimientos actuales de las ramas del saber en cuestión.

El efecto que la impartición de la maestría produce en la educación superior es incuestionable, dado que contribuye al desarrollo del cuarto nivel de enseñanza en la Química, lo cual obliga a los especialistas a un continuo perfeccionamiento no sólo del posgrado sino también en las relaciones empresariales. De hecho, la organización y desarrollo de esta maestría sólo es posible por estrechas y fructíferas relaciones interdisciplinarias e interinstitucionales.

El presente trabajo aborda la experiencia alcanzada en la impartición del programa conjuntamente con empresas de investigación-producción. Se ejemplifica con la formación de Master en Química Inorgánica, cuyo desarrollo se realizó en estrecho vínculo entre la Universidad de Oriente (UO), Cuba, y la Empresa Geóloga Minera Oriente (EGMO). Los resultados alcanzados tributan a temas doctorales y al proyecto de desarrollo tecnológico "Obtención a escala de banco de sulfato de bario con calidad farmacéutica a partir de insumos nacionales". El mismo se ejecuta en Santiago de Cuba con vistas a suplir en un futuro próximo las demandas del producto en esa región del país, ya que se utiliza como radiopaco en diferentes centros asistenciales.

Los ejemplos seleccionados ponen de manifiesto la relación universidad-empresa, y se demuestra cómo a través de la referida maestría se puede formar personal calificado con amplio dominio del método científico, capaz de dar soluciones a problemas de envergadura.

Breve caracterización de la maestría

La maestría en Química Inorgánica dispone de cuatro perfiles terminales o menciones: Inorgánica Preparativa, Química Metalúrgica, Estado Sólido y Compuestos de Coordinación. Las dos primeras están coordinadas por la UO y las dos últimas por la UH. En su conjunto comprende un mínimo de 78 créditos distribuidos en asignaturas (38 créditos), trabajo de tesis (30 créditos) y otras actividades profesionales realizadas dentro del marco del trabajo (10 créditos).

Dentro de éstas se contemplan:

Publicaciones	hasta 5 créditos
Presentación de trabajos en eventos científicos	hasta 5 créditos
Seminarios especializados	hasta 5 créditos

* Departamento de Química, Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, 90500, Cuba.

Recibido: 4 de febrero de 1999; **aceptado:** 6 de abril de 1999.

Dirección de Trabajos de
Diplomas hasta 5 créditos

La asignación de los mismos, correspondientes a cada acápite la realizan los Comités Académicos conjuntamente con el tutor que se le asigna a cada alumno, al evaluar los documentos acreditativos y/o desarrollo del aspirante. El tutor designado propone además al Comité Académico el plan de estudio individual del mismo, y por ende las asignaturas generales y especiales que deben ser vencidas teniendo en cuenta: mínimo de créditos a vencer en cada grupo de asignaturas y según la temática específica del trabajo de investigación y sus requisitos.

a. Asignaturas

Las asignaturas están divididas en dos grandes grupos. Las relacionadas con la formación general y las que por su especificidad y/u orientación se consideran especializadas (para cada mención). A las primeras en las que se debe alcanzar un mínimo de 25 créditos les corresponden las bases para el desarrollo de un pensamiento y concepción integral del mundo, así como para lograr la capacidad para un buen desarrollo del trabajo científico. Las segundas, en las que se debe alcanzar un mínimo de 13 créditos, permiten adentrarse en temáticas actuales y específicas que sirvan como herramienta para el desarrollo del trabajo científico.

Las asignaturas se imparten de forma directa y tutorial y se realizan: Conferencias, Clases Problemáticas, Seminarios, Laboratorios y Consultas bibliográficas.

En el transcurso de las conferencias se orienta a los alumnos con los fundamentos científico-técnicos más actualizados, mediante el uso de métodos científicos y pedagógicos que les permitan la integración y generalización de los conocimientos adquiridos y el desarrollo de las habilidades que posteriormente aplicarán.

A través de los seminarios los alumnos consolidan, analizan, discuten, integran y generalizan los contenidos que les permitan la resolución de problemas mediante la aplicación de los métodos propios de la Química Inorgánica. Desarrollan la expresión oral, el ordenamiento lógico de los contenidos y las habilidades en la utilización de las diferentes fuentes del conocimiento.

Durante las clases problemáticas los alumnos ejecutan, amplían, profundizan, integran y generalizan determinados métodos de trabajo de las asignaturas que les permitan desarrollar habilidades para utilizar y aplicar, de modo independiente, los conocimientos. También se aclaran dudas correspondientes a contenidos ya orientados, a la vez que se debaten y ejercitan dichos contenidos, evaluando su cumplimiento.

Los laboratorios se realizan de forma tal que los alumnos

desarrollan las habilidades propias de los métodos de investigación científica. Amplían, profundizan, consolidan, generalizan, y de forma creativa comprueban los fundamentos teóricos de las asignaturas que así lo requieran.

Las consultas bibliográficas propician el desarrollo de las habilidades para el uso eficiente y actualizado de las fuentes de información, de los idiomas extranjeros, de los métodos y técnicas de computación y del Sistema Internacional de Unidades.

b. Tesis de maestría

Se realiza un trabajo de investigación relacionado con el área de especialización seleccionada por el alumno bajo la supervisión del tutor. Este trabajo le permite completar su formación teórica y lo capacita para la selección de métodos de trabajo y la adopción de decisiones.

Su resultado se escribe en forma de tesis que es defendida ante el tribunal designado. La aprobación del tema de trabajo y tutor es responsabilidad del Comité Académico.

Dada la importancia que el desarrollo de la autonomía intelectual en los alumnos tiene para su capacitación como investigadores y para el desarrollo de un liderazgo académico, científico, profesional o social en los ámbitos en que se desempeña, es que a la tesis de maestría se le asignan 30 créditos del programa.

Lo anterior obliga a que el cursista complete el entrenamiento en investigación y a cumplir las normativas de investigar en vínculo con grupos y personas que saben hacerlo. La evaluación de la investigación se realiza a lo largo de todo el programa.

Vínculo universidad-empresa

El auge actual de los nuevos materiales y sus aplicaciones abarca un buen número de derivados inorgánicos que van desde el silicio y sus compuestos aplicados a la electrónica, comunicaciones y almacenamiento de energía, entre otras, pasando por las cerámicas especiales: superconductores, magnéticas, ferromagnéticas, sensores, electrolitos sólidos, biocerámicas, etcétera, hasta composites inorgánicos y compuestos de coordinación con amplias aplicaciones médicas y biológicas.

A todo lo anterior se une la importancia del aprovechamiento integral de minerales para la diversificación de productos inorgánicos, y la preparación de éstos por otras vías sintéticas.

Es por todo ello que resulta conveniente el vínculo universidad-empresa para llevar a cabo la formación conjunta de personal altamente calificado, lo que puede lograrse a través de programas de maestrías debidamente diseñados e impartidos.

Para esto se deben cumplir una serie de premisas, siendo

las fundamentales las siguientes:

- El claustro de la maestría, además de ser multidisciplinario, debe incluir a especialistas de empresas que transmitan sus conocimientos y experiencia impartiendo asignaturas y participando en la dirección de temas de investigación.
- Entre los alumnos seleccionados en cada curso deben encontrarse profesionales de la universidad y de la empresa en cuestión, cuyo objeto de trabajo se relacione de una forma u otra con los sustratos que aborde el programa de posgrado.
- La elaboración de planes de estudio individuales debe incluir la selección desde el inicio del curso, del tema de investigación a abordar por el alumno (tesis de maestría), el que debe responder a problemas científico-técnicos reales de la empresa o de la universidad.
- Las evaluaciones de diferentes asignaturas, así como la presentación de seminarios especializados se deben adecuar a cada temática de investigación.

Estas premisas y otras consideraciones de índole científica y metodológica están implícitas en el Programa Nacional de la Maestría en Química Inorgánica de la República de Cuba. En la UO se cuenta con experiencia en la formación de Master cuyos planes de estudios se han cumplido en vínculos con empresas minero-metalúrgicas como las del níquel y geomneras, y otras como la de materiales de construcción, etcétera. Los resultados alcanzados confirman la excelencia del trabajo desplegado.

Experiencia alcanzada. Relación con proyecto de desarrollo tecnológico

Entre las relaciones de intercambio para el desarrollo de investigaciones y superación posgraduada de la UO con centros productivos, se encuentra la Empresa Geóloga Minera Oriente (EGMO). El vínculo existente con la misma permite realizar de forma conjunta una serie de investigaciones tendientes a la transformación de minerales en productos valiosos de alta demanda, así como a la superación de profesionales. Sobre la base de la responsabilidad que asume la UO en la impartición de la maestría en Química Inorgánica en sus menciones Inorgánica Preparativa y Química Metalúrgica, se ha logrado formar personal calificado de ambos centros en forma conjunta. De hecho se han abordado diversos temas que comprenden varios tipos de minerales. Para presentar la experiencia alcanzada, a continuación se ejemplifica a través de estudios realizados con uno de los minerales aún no explotados. Se presenta la relación entre el tema seleccionado y un proyecto de desarrollo tecnológico de esta región del país.

Es conocido que Cuba posee diversos yacimientos mi-

nerales; entre éstos se encuentra el mineral baritina, no explotado aún para la obtención de compuestos de alta pureza. La alta demanda de los mismos, así como la posibilidad de producirlos a partir de baritina cubana, motivó la realización de estudios teórico-experimentales que contribuyeran al desarrollo científico-técnico y permitieran optimizar la obtención de reactivos de bario de alto valor, actualmente deficitarios. Se destaca por su importancia la obtención del sulfato de bario calidad farmacéutica altamente demandado por su incidencia en los programas de salud, al utilizarse como medio diagnóstico en diferentes centros asistenciales.

Una de las vías idóneas para responder el problema planteado ha sido a través de las formaciones de Master que abordaron las siguientes temáticas:

Justificaciones teóricas y optimización de los procesos para la obtención de compuestos de bario a partir de baritina cubana

El tema de referencia se desarrolló y se tutoró por un profesional y un especialista respectivamente de la UO. Para abordarlo fue necesario que la alumna venciera créditos correspondientes a las dos menciones: Inorgánica Preparativa y Química Metalúrgica. La responsabilidad de la EGMO correspondió fundamentalmente a la preparación y entrega de la materia prima, la colaboración en la preparación de condiciones experimentales y los controles de calidad a los productos obtenidos, además de las obligaciones en el claustro de profesores, de los especialistas involucrados, participando también en analizar la estrategia a seguir. Los resultados de la tesis permitieron precisar parámetros como: tiempo de reacción, proporciones entre el mineral y otros reactivos, tipos y concentraciones de reactivos a utilizar, temperatura, tamaños de partículas, etapas fundamentales y diagramas de flujo para la obtención de los diferentes compuestos estudiados. El éxito logrado permitió que la investigación continuara por medio de un tema doctoral, cumpliéndose otro de los propósitos de la Maestría que se refiere a la posibilidad de continuar estudios de posgrado a niveles más avanzados.

Reducción de baritina cubana en horno dinámico de laboratorio

Este tema se desarrolló y tutoró por un profesional y un especialista, ambos de la EGMO, y para estudiarlo fue necesario que la alumna venciera créditos correspondientes a la mención Química Metalúrgica. La UO se responsabilizó de la asesoría metodológica desde la elaboración del plan de estudio individual hasta las orientaciones para la defensa de la tesis. Sirvieron como punto de partida las investigaciones preliminares sobre termodinámica, cinética en horno estático, tipos de reductores, relación mineral/agente reduc-

tor, etcétera, que había sido realizado por especialistas de la UO. Con los resultados de este trabajo se esclareció que con el horno dinámico se logra una eficiencia en la reducción 30% mayor que la lograda en el del horno estático, y se completó el estudio cinético en estas condiciones experimentales.

Resulta oportuno señalar que los resultados a escala de laboratorio propiciaron la tesis de maestría en Ingeniería de Procesos de la UO titulada: "Proceso tecnológico a escala de banco para la obtención de sulfato de bario calidad farmacéutica a partir de baritina cubana". En la misma se concluyen los factores tecnológicos que posibilitan la obtención del producto, su costo de producción y la viabilidad económica del proceso. Ello ejemplifica la relación interdisciplinaria de la Maestría en Química Inorgánica de la UO con otros estudios de posgrado de la institución.

Las temáticas anteriormente referidas forman parte del proyecto territorial de desarrollo tecnológico "Obtención a escala de banco de sulfato de bario con calidad farmacéutica a partir de insumos nacionales", coordinado por la UO y en cuya ejecución también se pone de manifiesto el vínculo universidad-empresa.

El mismo pretende a través de la optimización de parámetros operacionales y el control físico-químico de la calidad química y farmacéutica, demostrar la validez a escala de banco de los resultados obtenidos en el laboratorio, para crear las bases que permitan una proyección a mayor escala. La cantidad de producto que se preve obtener, con la calidad requerida y avalado por las instituciones de salud acreditadas a sus efectos, se utilizará en un hospital de Santiago de Cuba en la exploración radiológica del tubo gastrointestinal de los pacientes que así lo requieran.

De hecho, la producción de sulfato de bario calidad farmacéutica a partir de baritina cubana constituye un reto para los investigadores cubanos teniendo en cuenta que el país cuenta con:

- Reservas de la fuente natural para su producción: mineral baritina.
- Investigadores capacitados para responder el reto.
- Subsistema de Educación de Posgrado que permite a través de Maestrías y otras de sus formas resolver problemas de envergadura.

Los ejemplos expuestos, aunque no son los únicos, avalan fehacientemente la experiencia alcanzada en el vínculo

universidad-empresa a través de la maestría en Química Inorgánica en sus menciones Inorgánica Preparativa y Química Metalúrgica.

Conclusiones

El Programa Nacional de la Maestría en Química Inorgánica de la República de Cuba permite formar personal calificado que sea capaz de desarrollarse como investigador con alto grado de independencia y creatividad, posibilitando además la continuación de estudios de posgrado a niveles más avanzados.

La maestría en Química Inorgánica en sus menciones Inorgánica Preparativa y Química Metalúrgica pone de manifiesto fehacientemente el vínculo universidad-empresa y su relación con proyectos de desarrollo tecnológico. Sus egresados pueden transformar y proponer formas de aprovechamiento de los recursos minerales del país. ▀

Bibliografía

- Capella, J., Educación y sociedad desde la perspectiva de la investigación educacional, *Educación Superior*, [3] 5-31, 1994.
- Córdova, JL, Enseñar a pensar (I). *Educ. quim.*, 9[1] 54-55, 1998.
- Martínez, R., Fiffe, LJ, Novoa, R y Acosta, R, *Proceso Tecnológico a escala de banco para la obtención de sulfato de bario calidad farmacéutica a partir de mineral baritina cubana*, tesis de maestría en Ingeniería de Procesos, Universidad de Oriente, Cuba, 1998.
- Núñez, J, *Epistemología y posgrado. II Junta Consultiva sobre el Posgrado en Iberoamérica*, La Habana, Cuba, 1994.
- , *Programa Nacional de Maestría en Química Inorgánica. Universidad de Oriente*, Universidad de la Habana, Ministerio de Educación Superior, Cuba, 1997.
- , *Obtención a escala de banco de sulfato de bario con calidad farmacéutica a partir de insumos nacionales, y Proyecto Territorial de Desarrollo Tecnológico*, Universidad de Oriente, Cuba, 1996.
- Quesada, O, Acosta, R, *Justificaciones teóricas y optimización de los procesos para la obtención de compuestos de bario a partir de baritina cubana*, tesis de maestría en Química Inorgánica, Universidad de Oriente, Cuba, 1996.
- Sánchez, F., Cónsul, A M, *Reducción de la baritina cubana en horno dinámico de laboratorio*, tesis de maestría en Química Inorgánica, Universidad de Oriente, Cuba, 1996