

Historia y desarrollo de la química en México

Reseña histórica del Programa de Posgrado en el Centro de Graduados e Investigación en Química del Instituto Tecnológico de Tijuana

Ignacio A. Rivero Espejel* y Héctor Fuentes López

Centro de Graduados e Investigación en Química del Instituto Tecnológico de Tijuana, Apdo. Postal 1166, 22000. Tijuana, B. C. México. Tel: (66) 233762, Fax: (66) 234043, e-mail: irivero@tectijuana.mx

Recibido el 6 de noviembre del 2003; aceptado el 5 de junio del 2004

Resumen. Los estudios de posgrado en el área de la Química en el Instituto Tecnológico de Tijuana se iniciaron hace veinticuatro años. El primer programa implementado fue la Maestría en Ciencias en Química; posteriormente, al principio de la década de los noventa, se iniciaron los estudios de Doctorado en Ciencias en Química. Ambos programas se encuentran inscritos en el Padrón de Posgrados de Excelencia del Conacyt. Se reciben alumnos de toda la república quienes en su mayoría han contado con beca académica del Conacyt. Se desarrollan diversos proyectos dentro de las líneas de investigación establecidas y se publica continuamente en revistas del país e internacionales. La planta docente y de investigación se ha ido integrando paulatinamente con jóvenes científicos mexicanos.

Palabras clave: Maestría, Doctorado, Instituto Tecnológico de Tijuana, investigación, CGIQ, ITT, CREGIT.

Abstract. Graduate studies in chemistry at Instituto Tecnológico de Tijuana launched twenty four years ago with a Master of Sciences program in Chemistry. Then, the PhD program started during the early nineties. Both programs are included in the Padrón de Posgrados de Excelencia of Conacyt. Students from all over the country are admitted to these programs, most of them being granted with scholarships for graduate studies by Conacyt. Several research projects of diverse areas of chemistry are under development, and the results are published in domestic and international journals. The faculty and research personnel have been gradually growing, with young Mexican scientists.

Keywords: Maestría, Doctorado, Instituto Tecnológico de Tijuana, investigación, CGIQ, ITT, CREGIT.

Introducción

El Centro de Graduados e Investigación en Química, CGIQ, del Instituto Tecnológico de Tijuana, ITT, inició sus actividades docentes con un curso propedéutico en septiembre de 1980 y en enero de 1981 se iniciaron los cursos curriculares del programa de maestría en ciencias en química. El CGIQ fue creado con el nombre inicial de Centro Regional de Estudios de Graduados e Investigación Tecnológica, CREGIT (Fig.1) en enero de 1980 [1].

El primer grupo de profesores encargado de las actividades académicas y administrativas del CREGIT quedó integrado por personal que ya prestaba sus servicios en el propio ITT. Entre ellos se encontraban los doctores Diego Muñoz Fernández, Jorge Huacuz Villamar, Leendert de Witte, Arturo Díaz Borunda y Manuel Flores Arce así como el Físico Felipe Ramírez Romero y el Ing. Pascual Montenegro. Este grupo se reforzó con profesores de reconocido nivel académico que fueron contratados pocos meses después de iniciado el programa; ellos fueron la Dra. Olivia de la Luz Rojas del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional, la Dra. Katja Lindenberg de la Universidad de Cornell, el Dr. Vasil K. Babamov de la Universidad de Illinois, el Dr. Shui Wai Lin Ho, el Dr. Barry McQuillan de la Universidad de California en Berkeley, el Dr. Ratnasamy Somanathan de la Universidad de Sheffield, el Dr. Lars H. Hellberg de la Universidad Estatal de San Diego y los M. en C. Ramón Espino R. y Armando Castañeda de la Universidad

Estatal de San Diego. Algunos de estos profesores aún forman parte del personal docente y de investigación de este Centro.

La primera estructura administrativa se constituyó con un Coordinador General del Centro, recayendo esta responsabilidad en el Ing. Héctor Fuentes López, un Coordinador de Investigación, un Coordinador de Docencia y un Coordinador de Extensión.

En Junio de 1982 siendo coordinador el Dr. Carlos Rodríguez Rubio se colocó la primera piedra de lo que consti-



Fig. 1. Las primeras instalaciones del CREGIT y un grupo de visitantes de la Sociedad Química de San Diego, Ca.

tuye hoy el Centro de Graduados e Investigación en Química en la unidad Mesa de Otay del ITT (Fig. 2). El edificio del CGIQ, con las instalaciones con que actualmente cuenta, terminó de construirse en 1986.

La primera generación de alumnos de la Maestría en Ciencias en Química estuvo integrada por nueve personas: Sánchez Méndez Pilar, Ahumada Ruelas Luis, Aragón Ramos Hugo, Cruz Reyes Juan, Pérez Nuñez Florencio, Reynoso Márquez Reveriano, Romero Rivera Raúl, Barran Herrera J. Jesús y Rodríguez Ventura Guillermo. Algunos de ellos eran profesores del mismo ITT que como parte de un programa de superación de personal ingresaron al programa. Esta generación incluyó también alumnos de otros estados de la república. Los integrantes de esta primera generación de estudiantes de la Maestría en Ciencias en Química terminaron sus estudios en enero de 1983 y en Julio de 1984 obtuvo el grado la M. en C. Pilar Sánchez Méndez, primera estudiante egresada de este programa. A la fecha ciento dos estudiantes se han graduado como Maestros en Ciencias en Química.

En septiembre de 1992 se iniciaron los estudios de Doctorado en Ciencias en Química en el Centro de Graduados del ITT. La primera generación de estudiantes estuvo integrada por un solo alumno: el M. en C. Ignacio A. Rivero Espejel y en Mayo de 1996 se otorgó el primer Doctorado en Ciencias en Química por el Tecnológico de Tijuana a esta misma persona.

El 90% de la planta de profesores investigadores del Centro son miembros del Sistema Nacional de Investigadores y los programas de Maestría y Doctorado se encuentran inscritos en el Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia de Conacyt situación que le da ventajas adicionales sobre otros programas de este nivel.

Regularmente se publican artículos en revistas nacionales e internacionales, producto de la investigación realizada en el Centro por sus profesores y estudiantes. Asimismo se encuentran en registro varias patentes resultado de los trabajos de investigación realizados.

Antecedentes históricos

En septiembre de 1971 fue creado el Instituto Tecnológico Regional de Tijuana No. 21, ITR 21, que inició actividades con estudios de nivel bachillerato y varias carreras de licenciatura. En mayo de 1972 el entonces Secretario de Educación Pública, Ing. Víctor Bravo Ahuja, visitó el Tecnológico [1] habiéndosele solicitado en esa ocasión su apoyo para iniciar actividades académicas en el nivel de posgrado, que bien podrían haber sido las primeras de este nivel en Baja California, y en enero de 1973 se propuso al Conacyt la creación de un Centro de Investigación Científica y Tecnológica [4]. Esta inquietud se había originado principalmente en la incipiente Academia de Química del ITR 21, sin embargo, la respuesta tardó ocho años en llegar a nuestra institución con la creación del Centro Regional de Estudios de Graduados e Investigación Tecnológica, CREGIT. Para lograr la cristalización de esta idea, durante la década de los años setenta varios



Fig. 2. Colocación de la primera piedra del Centro de Graduados e Investigación en Química. De izq. a derecha de frente el representante militar de la Plaza, el jefe del Departamento Académico del ITT Ing. Ramón Heredia R., el director del ITT Ing. Pascual Robles Pérez, el coordinador del CREGIT Dr. Carlos Rodríguez Rubio y colocando la primera piedra el Gobernador del Estado de Baja California Sr. Roberto de la Madrid R.

profesores del área de Química se trasladaron a diversas instituciones del país y del extranjero, tales como el Instituto de Química de la UNAM, la Universidad de Guanajuato y la Universidad de California, para capacitarse en esta disciplina. Durante los primeros dos años de operación del Instituto Tecnológico se recibió la visita de varios científicos [4], como Linus Pauling, premio Nobel de Química y de la Paz; Harold Urey Premio Nobel de Química; Hannes Alven, Premio Nobel de Física y algunos otros científicos, dada la facilidad por la cercanía del ITT con centros de investigación de California. La presencia y mensajes de estos distinguidos visitantes contribuyeron para motivar aún más a nuestra comunidad en la búsqueda de mecanismos para implementar en el Instituto Tecnológico de Tijuana una educación de alto nivel académico.

En convenio con San Diego State University, SDSU, a través de su Departamento de Educación, el 11 de Septiembre de 1979 se iniciaron los cursos de la maestría en educación, en la que ingresaron como estudiantes un buen número de maestros del Tecnológico y también profesores de otras instituciones de la localidad. Al final de sus estudios en el Tecnológico, estos alumnos obtuvieron su grado de maestría en educación por parte de SDSU.

En mayo de 1979 durante el Evento Deportivo y Cultural del Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos en Tijuana [1] se presentó la propuesta para la creación de lo que sería el Centro Regional de Estudios de Graduados e Investigación Tecnológica, CREGIT, de Tijuana, el que finalmente fue creado en enero de 1980, iniciando sus actividades docentes en enero de 1981 con nueve alumnos, cinco de ellos eran ya profesores del Instituto Tecnológico de Tijuana.

Las primeras instalaciones utilizadas por el CREGIT la integraron tres laboratorios, dos aulas, cubículos para maes-



Fig. 3. Edificio actual del Centro de Graduados e Investigación en Química en la Unidad Otay del Instituto Tecnológico de Tijuana

tros y un área administrativa que fueron adaptaciones hechas en un cuerpo de aulas que habían quedado desocupadas al segregarse el bachillerato del Instituto Tecnológico de Tijuana. Estos laboratorios y demás espacios improvisados estuvieron en operación hasta 1986.

En el inicio no se contaba con equipo instrumental o de laboratorio, excepto el material de laboratorios de la licenciatura en Ingeniería Bioquímica que ofrecía el ITT. Con las utilidades de un curso de actualización a fines de 1980 se adquirió el primer equipo propio del CREGIT, un espectrofotómetro de IR marca Hewlett-Packard, de muy poca capacidad, que desde luego no resultaba muy apropiado para investigación.

En Junio de 1982 [2] se colocó la primera piedra de lo que es ahora el Centro de Graduados e Investigación en la Mesa de Otay. El Centro como actualmente se encuentra (Fig. 3) terminó de construirse en 1986. Para entonces su nombre había sido cambiado a Centro de Graduados e Investigación en Química, CGIQ.

En 1984, con un crédito que la Secretaría de Educación Pública concertó con Inglaterra, el Centro obtuvo su primer equipamiento destinado para la investigación. En esta ocasión se recibió equipo instrumental con un valor aproximado de medio millón de dólares, quedando asignado a las áreas de Electroquímica, Química Orgánica, Química Inorgánica y Análisis Instrumental. Muchos de estos equipos se encuentran aún en uso, en docencia, principalmente.

Hasta enero del 2004 han sido inscritos en el programa de Maestría en Ciencias en Química 191 alumnos, de los cuales 102 han obtenido el grado y quince se encuentran activos en docencia o desarrollando su trabajo de tesis (Fig. 4).

Los Estudios de Doctorado en Ciencias en Química se iniciaron en septiembre de 1992. En este programa se han inscritos treinta y cuatro estudiantes, de los cuales quince han obtenido su grado de Doctor en Ciencias en Química y actualmente se encuentran estudiando en este nivel otros diecisiete alumnos (Fig. 5).

Programas académicos

Doctorado en Ciencias en Química y Maestría en Ciencias en Química. Ambos programas están inscritos en el Programa Nacional de Posgrado, PNP, catalogándose la Maestría en la categoría de Alto Nivel (AN). Asimismo el programa de doctorado se encuentra en el Programa Integral de Fortalecimiento al Posgrado, PIFOP, desde el año 2002.

Planes de estudio

En sus inicios, el plan de estudios para la maestría contemplaba 8 materias obligatorias y 2 materias optativas como mínimo y 4 como máximo para un total de 10 materias como mínimo y 12 como máximo, tomando en cuenta la tesis para concluir la maestría. Cada una de las materias tenía un valor de 3 créditos (1 crédito equivale a 8 horas de clase) y la tesis un valor de 6 créditos, esto es, el número total de créditos que debía cursar un alumno era de 36 como mínimo y un máximo de 42 créditos.

Al iniciar el programa de doctorado también se llevó a cabo una revisión del programa de maestría. Dentro de los planteamientos establecidos en esta revisión se incrementó a 6 el valor en créditos para cada materia. Sin embargo, el número total de materias permaneció en 8 obligatorias y 2 optativas. Otro cambio significativo fue el de incrementar a 24 créditos el valor para la tesis y otro más fue el de incluir en la currícula

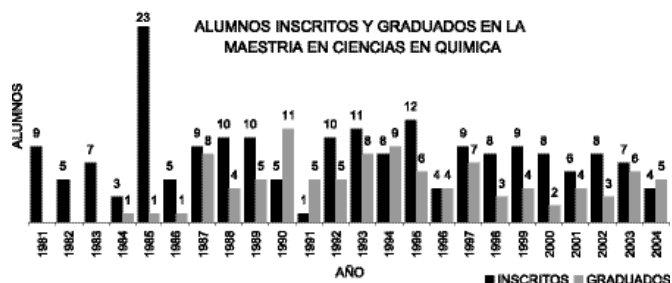


Fig. 4. Se muestra la cantidad de alumnos inscritos y graduados en la Maestría en Ciencias en Química desde el inicio de actividades del CGIQ.

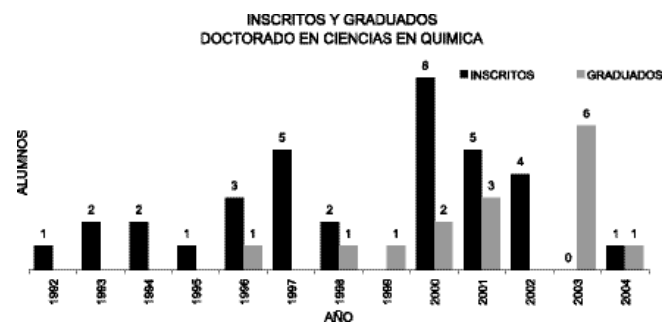


Fig. 5. Se muestra la cantidad de alumnos inscritos y graduados en el Doctorado en Ciencias en Química desde su inicio.

el Seminario de Investigación con un valor de 6 créditos. De esta manera el total de créditos para el programa se fijó en 90, haciéndolo congruente con lo establecido en el Documento Normativo de Posgrado [3].

Líneas de investigación

1. *Síntesis de Compuestos con Actividad Biológica.* En esta línea de investigación el interés se centra en la síntesis y determinación estructural de compuestos biológicamente activos. Los proyectos dentro de esta línea involucran el desarrollo de nuevos reactivos de síntesis para la transformación enantioselectiva de grupos funcionales. Se estudia la participación de complejos organometálicos y de coordinación de metales de transición, que puedan actuar como intermediarios o catalizadores homogéneos en la síntesis orgánica asimétrica.
2. *Química Orgánica en Fase Sólida.* Esta línea de investigación se centra en una metodología de síntesis que aunada a la química combinatoria forman una herramienta muy versátil para el desarrollo de bibliotecas químicas, las cuales están formadas por un número muy grande de compuestos que potencialmente pueden ser utilizados por sus propiedades fisicoquímicas.
3. *Síntesis, Caracterización y Modificación de Materiales Poliméricos.* Esta línea de investigación se dedica al desarrollo de nuevos materiales poliméricos que respondan de manera reversible a estímulos externos como la temperatura, el pH, la presencia de iones, etc. Los materiales se desarrollan en distintas arquitecturas como macromoléculas lineales, ramificadas, en forma de red, estrellas, micelas, etc. Se preparan ya sea de nuevos monómeros, de monómeros conocidos por nuevas rutas de síntesis o en base a la modificación química de macromoléculas y materiales pre-existentes. La aplicación que se busca es en sistemas para el suministro controlado de fármacos, materiales para aplicaciones biomédicas, en superficies sensoras y en plantillas para materiales nano-estructurados.
4. *Detección y Remoción de Contaminantes del Medio Ambiente.* Esta línea de investigación se centra en la detección y remoción de contaminantes del medio ambiente así como el desarrollo y aplicación de membranas para procesos de separación, estudios de corrosión de metales nobles a altas temperaturas y la electrificación por contacto de materiales poliméricos.

Profesores investigadores

(El superíndice indica la pertenencia a la línea de investigación)

- ¹Dr. Gerardo Aguirre Hernández, ¹Dr. Miguel Parra Hake, ¹Dr. Ratnasamy Somanathan, ²Dr. Ignacio A. Rivero Espejel, ²Dr. Domingo Madrigal Peralta y ²Dr. Daniel Chávez Velasco, ³Dr. Ángel Licea Claverie y ³Dr. Arturo Zizumbo López, ⁴Dra. Rosa María Félix Navarro y ⁴Dr. Shui Wai Lin Ho.

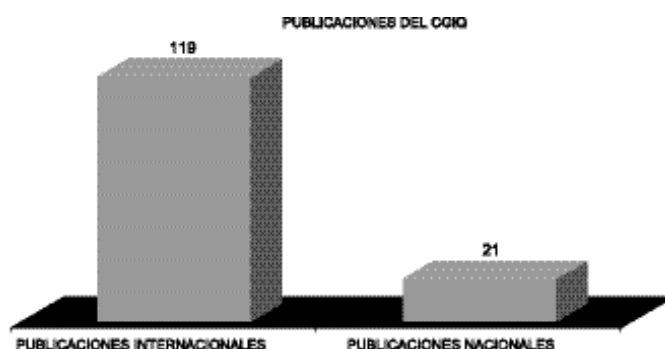


Fig. 6. Se muestran todas las publicaciones nacionales e internacionales del CGIQ.



Fig. 7. Se incluyen todos los proyectos de investigación que se han iniciado, concluido y también los suspendidos en el CGIQ desde su creación.

Profesores adjuntos

¹Dr. Douglas Bryan Grotjahn y ¹Dr. Cooksy Andrew Lloyd.

Planta de profesores de apoyo docente y administrativo

Dr. Lars H. Hellberg, MC. David García Zavala, MC. Pilar Sánchez Méndez, MC. Reveriano Reynoso Márquez e Ing. Héctor Fuentes López

Publicaciones del Centro

Se han publicado 140 artículos de los profesores del CGIQ [5] de los cuales ciento quince han sido publicados en diversas revistas internacionales y veinte en revistas nacionales (Fig. 6).

Proyectos de investigación

Desde el año de 1980 han sido concluidos ciento ochenta y siete proyectos de investigación y se encuentran en proceso otros diecinueve (Fig. 7). A partir de 1990 se ha ido incrementando el

apoyo de parte del Conacyt y del Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica, COSNET, para proyectos de investigación y de equipamiento, gracias a lo cual se ha podido ir completando la infraestructura de la planta física, así como del equipo científico con que actualmente cuenta el Centro.

Procedencia de los estudiantes

Al inicio de actividades del Instituto Tecnológico de Tijuana [4], se planteó que atendería con sus servicios educativos en el nivel de licenciatura a estudiantes de la región noroeste del país. Desde luego, esto se ha cumplido ampliamente. Sin embargo, en lo que se refiere a los estudios de posgrado en el área de Química se ha presentado una situación diferente en cuanto a la procedencia de los estudiantes; así podemos ver que se han recibido alumnos de casi todos los estados de la república mexicana aunque el 42% de estudiantes [2] que ingresan a la maestría son egresados de instituciones de Baja California, como el propio Instituto Tecnológico de Tijuana y la Universidad Autónoma de Baja California. En el caso del doctorado, el 76% [2] proviene de la maestría del propio Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de Tijuana. De los estados del país el que más ha contribuido con estudiantes es Sinaloa, siguiéndole en importancia Morelos y Nayarit. Últimamente estudiantes del estado de Chiapas han demostrado interés en nuestro programa, por lo que se ha ido incrementando el número de estudiantes procedentes de ese estado. En el caso de estudiantes del extranjero solo se ha recibido uno en el doctorado procedente de la Universidad de la Habana, Cuba. Actualmente se revisan más de 20 solicitudes de alumnos en el extranjero de países como Colombia, Perú, Cuba y Venezuela.

Situación de los egresados

A la fecha 102 estudiantes han obtenido el grado de maestría en ciencias en química y 15 el de doctor en ciencias en química en el Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de Tijuana. La sección de seguimiento de egresados de este Centro nos permite conocer las siguientes estadísticas. En cuanto a la situación laboral, el 78% de los graduados se encuentran en el sector público y el 22% en el sector privado. El 73% labora en docencia mientras el 26% lo hace en investigación y 1% se ha detectado en labores administrativas. De los egresados de la maestría, el 33.3% continuó sus estudios de doctorado, 14.7% lo obtuvo en este mismo Centro, mientras que 8.8 lo obtuvo en otras instituciones, principalmente en los Institutos de investigación de la UNAM y el CICESE en Ensenada, B.C. Actualmente el 9.8% de los egresados de la maestría se encuentran estudiando el doctorado en este mismo Centro [6].

Infraestructura actual

El Centro de Graduados tiene su edificio propio en la Unidad Otay del Instituto Tecnológico de Tijuana. Consiste en una

sola edificación en la que se encuentran cinco laboratorios de investigación para las áreas de Polímeros, Electroquímica, Química Orgánica y Química Inorgánica. Además cuenta con cinco laboratorios de análisis instrumental, cuatro aulas para docencia, una sala de cómputo, biblioteca y cubículos para maestros y alumnos, aula audiovisual y oficinas administrativas. Dentro del plan de crecimiento se contempla la construcción de un edificio similar que será construido paralelo al actual y de idénticas dimensiones, que permitirá la expansión de laboratorios así como la incorporación de investigadores líderes afines a las áreas antes descritas.

Actualmente se cuenta con instrumentos necesarios para realizar investigación en las diferentes líneas antes mencionadas, tres equipos de espectrometría de masas, el más reciente es un equipo con trampa de iones acoplado a un cromatógrafo de líquidos con electrospray, fluorescencia, cromatógrafo de líquidos preparativo con colector de fracciones, análisis térmico diferencial-infrarrojo equipos de resonancia magnética nuclear de 300, 200 y 60 MHz, equipos para química combinatoria, difracción de rayos X, tres infrarrojos, cromatógrafos de gases, ultravioleta, analizador simultáneo DSC-TGA acoplado a infrarrojo; analizador térmico DSC modulado; electrodo de gota de mercurio; electrodo de disco rotatorio; polarógrafo; potenciostato/galvanostato y equipo complementario.

Conclusiones

El centro de Graduados e Investigación en química ha estado evolucionando paulatinamente, promovido por el compromiso institucional de la planta de investigadores así como de la administración. El mantener a los dos posgrados (Maestría y Doctorado) en el padrón de excelencia ha sido un reto constante. La producción de publicaciones ha aumentado debido a que es un requisito para la obtención de grado así mismo la incorporación de la planta de profesores al Sistema Nacional de Investigadores, que ha ido incrementándose continuamente. El desarrollo de las áreas de investigación ha sido fomentado por el compromiso que los estudiantes adquieren al hacerse acreedores de una beca, y de los profesores, al solicitar financiamiento y la permanencia en el SNI. Los convenios con otras instituciones, el apoyo del Conacyt, COSNET y la DGIT para becas y proyectos así como el apoyo de profesores extranjeros realizando estancias académicas han sido elementos fundamentales para su desarrollo.

El compromiso es mantener el nivel académico del centro, consolidando las líneas y sus grupos de investigación. El crecimiento del centro es proporcional a los compromisos realizados por autoridades administrativas y los responsables de la investigación.

Agradecimientos

Al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

(Conacyt), Dirección General de Institutos Tecnológicos (DGIT), Secretaría de Educación Pública (SEP) y a la dirección de la institución, por apoyo de proyectos, becas para estudios de posgrado, infraestructura y cátedras patrimoniales.

Referencias

1. Panorama Histórico de la Educación Técnica en Tijuana, B.C. 1939-1986. Ramiro León Zavala Editorial del Instituto Tecnológico de Tijuana, **1986**.
2. Archivo del Centro de Graduados e Investigación del Instituto Tecnológico de Tijuana.
3. Documento Normativo del Posgrado, DGIT. Dirección General de Institutos Tecnológicos, SEP. **1982**
4. Memoria del Instituto Tecnológico de Tijuana, Baja California (25 aniversario 1971-1996). Ramiro León Zavala. Editorial del Instituto Tecnológico de Tijuana, **1997**
5. Algunos artículos de referencia: a) Intrinsic sensing fluorescent probe for the solid phase synthesis of 1,4-benzodiazepine-2,5-dione. Rivero, I. A.; Peralta, M.; Heredia, S.; Madrigal, D.; Piñaluis, G.; Chávez, D. *ARKIVOC*, **2003** (xi) 27-36. b) Synthesis, characterization, and structure of dinuclear copper(I) and silver(I) complexes of ortho-functionalized 1,3-bis(aryl)triazene ligands. Ríos-Moreno, G.; Aguirre, G.; Parra-Hake, M.; Walsh, P. J. *Polyhedron* **2003**, *22* 563-568. c) A facile synthesis route for carboxyaryl-methacrylates: a way to obtain aromatic polyelectrolytes. Licea-Claverie, A.; Rogel-Hernández, E.; López-Sánchez, J.A.; Cornejo, J.M.; Arndt, K.F. *Designed Monomers and Polymers*, **2003**, *6*, 67-80. d) Asymmetric synthesis of amathamides A and B: novel alkaloids isolated from *Amathia wilsoni*. Ramírez Osuna, M.; Aguirre, G.; Somanathan, R.; Molins, E. *Tetrahedron: Asymmetry* **2002**, *13*, 2261-2266. e) Method for Analysis of Polymer-Supported Organic Compounds Using Mass Spectrometry Direct Insertion. Chávez, D.; Ochoa, A.; Madrigal, D.; Castillo, M.; Espinoza, K.; González, T.; Vélez, E.; Meléndez, J.; García, J.D.; Rivero, I.A. *J. Comb. Chem.* **2003**, *5*, 149-154.
6. Compendio Estadístico del Seguimiento de Egresados del Centro de Graduados del Instituto Tecnológico de Tijuana. **2004**.

Instrucciones para los Autores 2004

Addendum

Los artículos de revisión serán considerados para publicación cuando constituyan un análisis crítico de un área de la química, en la cual los autores hayan aportado conocimiento original de manera significativa.

Corrigendum

El costo por página será de aproximadamente \$250.00 MN