

Ésta es la segunda parte del artículo publicado en el número de mayo-junio de 1998, donde se esboza un nuevo campo de acción para el químico biólogo (o el químico farmacéutico biólogo, como se le caracteriza en algunos países), al enlazarlo con los problemas a resolver en el tema del cambio global.

Un nuevo campo de acción en la química biológica. Parte II. El estudio del cambio global como espacio profesional

Magdalena Oliva¹ y Felipe García-Oliva²

ABSTRACT (A New Professional Field in Biological Chemistry: Part I. An Overview of Global Change)

The professional activity of the Biological-Chemist or the Pharmacist relates either with the clinical biochemistry laboratory or the pharmaceutical industry and the dispensation of drugs. Nevertheless, this scientist may have a successful development in other areas. This two parts' paper has the general goal of proposing the participation of the Biological-Chemist in the research team of Global Change. In the first part a review of the global change problem, particularly the global carbon cycle, was presented. This second part analyzes the program curricular elements needed by Biological-Chemist for his/her participation in the global change research.

Introducción

Tradicionalmente se ubica la actividad profesional del químico-biólogo o el farmacéutico solamente dentro de tres grandes áreas de trabajo: su desarrollo en el laboratorio clínico, la industria farmacéutica y la dispensación de fármacos. Algunas de las áreas en las que se ha desarrollado profesionalmente son inmunología, ciencias fisiológicas, química clínica, microbiología o química ambiental, además de todos los campos relacionados con el área de la investigación y desarrollo farmacéutico. Ello, en el reciente desarrollo de la investigación, representa un panorama restringido de su actividad profesional.

En la actualidad, un área prioritaria en la que se puede desarrollar el químico-biólogo es la investigación en ecología. Hasta hace poco, esta área no se

había considerado en nuestros países, por lo que es necesario favorecer su desarrollo por el aumento en la velocidad del deterioro ambiental a nivel mundial, el cual ha alcanzado consecuencias globales.

El químico-biólogo es un profesional que tiene una sólida formación en muchas áreas que son necesarias en la investigación ecológica, (por ejemplo, química analítica, bioquímica y microbiología), que lo hacen un profesional idóneo para este tipo de investigación. Este trabajo analiza los elementos curriculares que requiere el químico-biólogo para poderse integrar a estudios multidisciplinarios relacionados con la problemática de cambio global, tema que se exploró en el primer artículo de esta serie, publicado en el número anterior de esta revista (Oliva, 1998).

Líneas académicas necesarias para el estudio del cambio global

Como se mencionó en el artículo anterior, dentro del estudio del cambio global tiene una importancia vital el ciclo del carbono. En la tabla 1 se presentan las líneas académicas relevantes para participar en este tipo de estudios, mismas que normalmente forman parte del *curriculum* de las carreras de los químico-biólogos. Un aspecto importante es que la formación se debe obtener a lo largo de la carrera; es decir, que no sea una línea de especialización cursada en uno o dos semestres. Ello le permitirá a este profesional contar con bases sólidas integradas en una disciplina científica y, de esta manera, enriquecer con su participación en la investigación multidisciplinaria. A continuación se analizará el aporte del contenido de las líneas académicas de la tabla 1 en estudios del ciclo global del carbono.

Las materias de la línea de matemáticas permitirán al estudiante adquirir formación en el análisis numérico de los datos obtenidos, así como en la formalización del conocimiento mediante modelos estadísticos y de simulación. Recientemente, el uso de modelos de simulación se ha convertido en una herramienta muy utilizada dentro de la investigación

¹ Departamento de Biología, Facultad de Química, UNAM. México, D.F., México.

² Departamento de Ecología de los Recursos Naturales, Instituto de Ecología, UNAM. Morelia, Michoacán, México.

Recibido: 7 de agosto de 1997; Aceptado: 5 de enero de 1998.

científica, por lo que es muy importante que los químico-biólogos manejen sus fundamentos.

Tabla 1. Líneas académicas y ejemplo de materias relacionadas con el estudio del ciclo global del carbono

Línea académica	Materias
Matemáticas	Álgebra, Cálculo, Estadística.
Química	Química Analítica, Química Orgánica
Biología	Biología celular, Microbiología, Biosíntesis Microbiana, Ecología.
Bioquímica	Bioquímica, Inmunología, Genética.
Farmacología	Toxicología.

Las materias que corresponden a la línea de química, se dividen a su vez en las que pertenecen a la química orgánica y a la química analítica. Las materias del primer grupo darán el conocimiento de la estructura y propiedades de las moléculas orgánicas, cuestión indispensable para estudiar a la materia viva en general. Este conocimiento es básico para el entendimiento del flujo y las rutas del C a través de los compuestos orgánicos e inorgánicos. Las materias que pertenecen al grupo de química analítica, se encargarán del conocimiento de los métodos y técnicas de análisis para la determinación cualitativa y cuantitativa de los elementos y moléculas en estudio, así como para la determinación de parámetros físico-químicos del entorno de los sistemas biológicos, como la determinación del pH, balances de cargas, etcétera.

En la línea académica de bioquímica, hemos considerado importantes los contenidos que estudian a las biomoléculas, revisando su estructura, función y mecanismos de biosíntesis y degradación. Un ejemplo es la determinación de lignina y celulosa, al igual que los factores que explican su descomposición. Otro parámetro importante dentro de esta línea se refiere al conocimiento de la técnicas para determinar cualitativa y cuantitativamente las biomoléculas, muchas de las cuales son específicas y de frontera. En el momento actual, no sólo las técnicas bioquímicas, sino las inmunológicas, están jugando un papel muy importante en lo que se refiere a la respuesta de los organismos vivos y de su entorno.

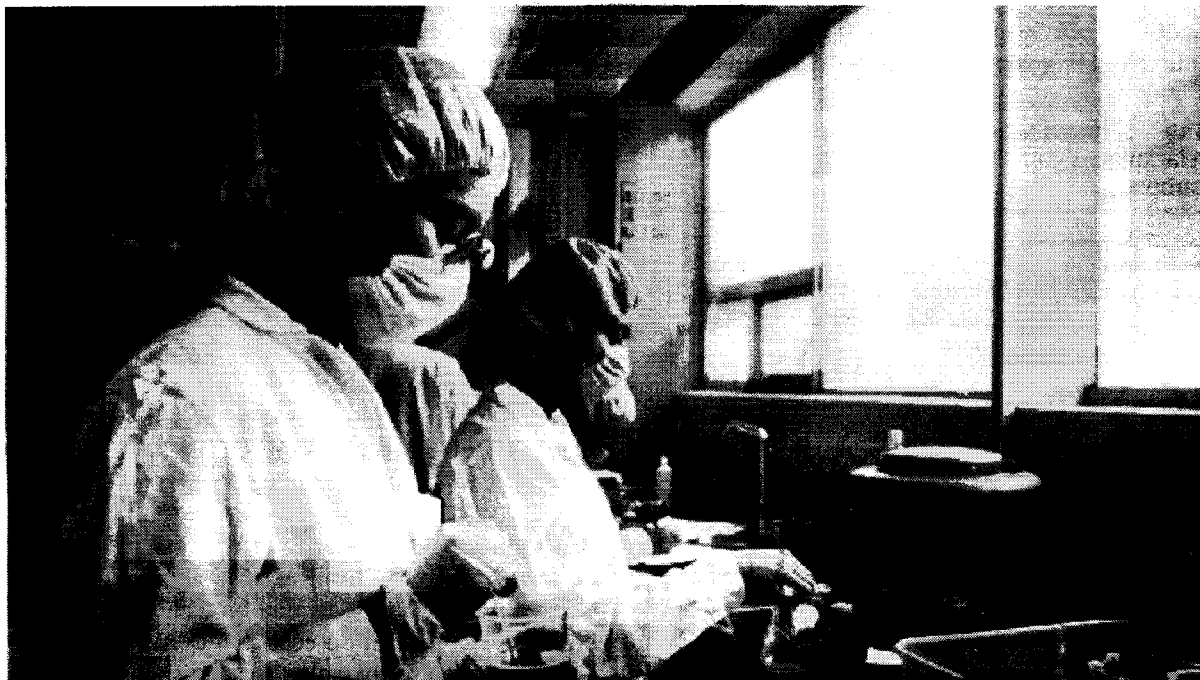
Las materias de la línea de biología tratan del conocimiento de los seres vivos, principales actores

del flujo del C en los ecosistemas terrestres. Para ello es necesario que el estudiante conozca las generalidades de las estructuras y funciones celulares de procariotes y eucariotes, para que posteriormente pueda profundizar en el contenido de la microbiología. El estudio de esta última comprende las características morfo-fisiológicas de los diferentes grupos microbianos, su distribución en los ecosistemas, y las interrelaciones con el medio y con organismos superiores. De igual manera, se estudia la importancia de los microorganismos en la biotransformación de desechos de productos utilizables y la obtención de fertilizantes biológicos. El estudio de los grupos microbianos y su papel en las transformaciones del C es fundamental para entender el ciclo global. Desafortunadamente, la microbiología de suelos está muy poco desarrollada, principalmente en países de zonas tropicales, y sus fundamentos teóricos permitirán desarrollar biotecnología aplicable a la restauración de ecosistemas muy degradados. Por último, la toxicología es indispensable para tener los conocimientos necesarios para la solución de problemas de contaminación ambiental, específicamente los que se refieren a la investigación del cambio global.

La incorporación del químico-biólogo en grupos multidisciplinarios que estudian el problema del cambio global: una alternativa profesional

El problema del incremento de CO₂ atmosférico es muy complejo y no puede ser abordado por un solo profesional, por lo que es necesaria la formación de grupos multidisciplinarios. Dentro de éstos es importante la participación del químico-biólogo, el cual puede colaborar en proyectos de cambio global con las siguientes aportaciones:

- a) Desarrollo e implantación de técnicas analíticas de laboratorio para las condiciones de los ecosistemas tropicales, gracias a cada una de las líneas académicas de su especialización: química inorgánica, bioquímica y microbiología, entre otras;
- b) Bases teóricas que permitan la modificación de técnicas analíticas para las condiciones de los ecosistemas tropicales, así como la interpretación de la información dentro del contexto de las ciencias químicas;
- c) Identificación de los microorganismos que participan en la degradación de la materia orgánica



- del suelo, así como las rutas metabólicas que utilizan para dicha degradación; y
- d) Desarrollo de tecnología para la restauración de los ecosistemas bajo perturbación y cómo aumentar su capacidad de secuestro de C atmosférico.

Así, a pesar de los atributos del químico-biólogo, poder abordar el problema del cambio global requiere trabajar en grupos con la participación de ecólogos, biólogos, edafólogos, entre otros especialistas.

Además de los estudios de cambio global, la ecología desarrolla diversos campos de investigación, en los cuales el químico-biólogo puede participar. Como ejemplo podemos citar los proyectos sobre contaminación, tales como estudios del efecto de los contaminantes en los procesos biológicos en agua, suelo y aire, así como los daños que produce esta contaminación en los organismos.

Otra de las ventajas del *currículum* del químico-biólogo es que está capacitado para realizar estudios de posgrado no sólo en la línea de las ciencias químicas, sino en ecología y ciencias ambientales. Sin embargo, a pesar de la oferta de este tipo de posgrado, es muy raro encontrar en ellos estudiantes que tengan una carrera dentro del área de la química-biológica, siendo que, la formación de investigadores con este perfil sería muy importante en la elaboración y participación de proyectos relaciona-

dos con el cambio global. Una probable explicación de su ausencia en posgrados de ecología y ciencias ambientales podría ser la falta de conciencia de ellos mismos sobre su posible participación e importancia dentro de los grupos multidisciplinarios en proyectos de ecología.

Afortunadamente, la necesidad de hacer frente a problemas tan complejos como el cambio global ha obligado a la sociedad científica a abordarlos por medio de grupos donde convergen varias disciplinas. Esta situación puede representar una oportunidad para que el químico-biólogo se incorpore a estos grupos de trabajo, pero es importante también generar conciencia en los estudiantes para que tengan perspectivas más amplias de su actividad profesional y de su desarrollo académico.

Agradecimientos

Los autores agradecemos por sus comentarios y sugerencias al manuscrito a Sonia A. Álvarez, María Dolores Lastra y a dos revisores anónimos. Este artículo ha sido posible por el apoyo económico de DGAPA-UNAM (proyecto IN204495). ▣

Bibliografía

Oliva, M. y F. García-Oliva 1998, "Un nuevo campo de acción en la química-biológica. Parte I. Generalidades sobre el Cambio Global", *Educación Química*, 9[3], 136-141, (1998).

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla



Posgrado 1998 Maestría y Doctorado en Ciencias Químicas

Centro de Química del Instituto de Ciencias
y Facultad de Ciencias Químicas

REQUISITOS DE INGRESO

- Se aceptan candidatos que hayan realizado estudios de Química, Químico Farmacobiólogo, Ingeniería Química o estudios similares. Entregar copia fotostática reducida del título profesional, acta del examen profesional o constancia de titulación por cualquier otra vía.
- Para ingreso a Maestría se requiere un promedio mínimo de 8 (ocho) en los dos últimos años de la licenciatura.
- Para ingreso al Doctorado se requiere promedio mínimo de 8.5 (ocho cinco).
- Dedicar tiempo completo al Posgrado
- Aprobar los exámenes de admisión en química inorgánica, fisicoquímica, química orgánica y matemáticas.
- Derecho a examen de admisión: \$150.00

Exámenes de admisión

Inscripciones a los exámenes de admisión:
1° al 10 de julio de 1998.

Fecha de realización de los exámenes de admisión:
27 de julio al 7 de agosto de 1998.

DURACIÓN DE LOS ESTUDIOS

La Maestría en Ciencias Químicas se cursa en dos años, en las áreas de:

- Fisicoquímica
- Química Inorgánica
- Química Orgánica

El Doctorado en Ciencias Químicas tiene una duración de cuatro años, si el ingreso se realiza con nivel licenciatura o tres años si el ingreso se realiza con grado de Maestro en Ciencias. El área donde se oferta el doctorado es:

- Química Orgánica

El mapa curricular del doctorado es igual al de la Maestría en los dos primeros años. En los dos años restantes se continúa con la realización de tesis.

CURSO PROPEDEÚTICO

En el curso se imparten tópicos importantes sobre las asignaturas de:

- Química Inorgánica
- Fisicoquímica
- Química Orgánica
- Matemáticas

El curso propedeútico no es obligatorio para presentar los exámenes de admisión, aunque sí ampliamente recomendado para homologar los conocimientos requeridos para los exámenes de admisión.

Inscripciones al curso propedeútico: 11-29 de mayo de 1998

Duración del curso: 1 de junio al 10 de julio

Costo del curso: \$200.00

Cupo limitado

INFORMES E INSCRIPCIONES

Centro de Química, ICUAP.

Tel./Fax: (22) 45-62-07

Apdo. Postal 1613

Srita Guadalupe Domínguez

Bld. 14 Sur 6303, (esq. Av. San Claudio)

Ciudad Universitaria, San Manuel

C.P. 72570, Puebla, Pue., México

Facultad de Ciencias Químicas

Tel./Fax: (22) 45-49-72.

Srita. Silvia García

Av. San Claudio Esq. con Blvd. 14 Sur

Ciudad Universitaria, San Manuel

C.P. 72570, Puebla, Pue., México.