

LA QUÍMICA EN CHILE

1. *Nivel de la Química.* Es difícil discutir una disciplina que sólo recientemente ha empezado a desarrollarse en nuestro ambiente. Los centros científicos dedicados a la Química pura son escasos, muchas veces mal dotados en cuanto a equipos modernos y sin una orientación clara en el campo de la investigación. Es posible que este poco desarrollo se deba a la existencia de múltiples lugares donde se pretende enseñar Química sin establecer una idea unitaria en cuanto a los niveles requeridos. En la Universidad de Chile se enseña Química, desde luego, en la Facultad de Química y Farmacia, en Odontología, en Medicina, en Veterinaria, en Agronomía, en Ingeniería, etc., y los profesores desarrollan fuertes sentimientos de lealtad hacia estas Facultades profesionales más bien que hacia la Química. Existe poca o nula conexión entre las diversas cátedras de Química dentro de la Universidad de Chile como asimismo entre cátedras pertenecientes a diversas universidades. Esto impide que se realice una planificación adecuada de la enseñanza y de la investigación, con pocas posibilidades de utilizar recursos en común.

Muchas veces, se da el caso de centros químicos que poseen ciertos equipos valiosos, cuya duplicación no se justificaría en nuestro ambiente y que no se puede utilizar, ya sea por razones geográficas, por falta de cooperación, o simplemente por desconocimiento. No hay por el momento, en Chile, con la excepción de la Universidad Santa María, donde recientemente se ha inaugurado una carrera que lleva al doctorado en ingeniería química, un lugar donde se enseñe Química a alto nivel. Cuando más, los grados máximos que se otorgan, como es el caso de la Universidad de Chile, están incluso ligeramente por debajo del Master americano, que es un título intermedio entre el bachillerato en Ciencias y el doctorado. En otros países más avanzados que el nuestro en el campo científico y docente, si bien es cierto no se han suprimido las cátedras de Química en las escuelas profesionales, éstas funcionan bajo la tuición, en lo que respecta a programas docentes, de la respectiva Facultad de Ciencias o su equivalente. En Estados Unidos, además, existe una poderosa asociación química con un Departamento de Educación, que establece niveles para todas las escuelas químicas del país. Aquellas que no cumplen con los requisitos de la Asociación de Química, no son reconocidas oficialmente y los egresados de dichas escuelas tienen grandes dificultades para que sus títulos sean reconocidos debidamente al tratar de obtener posiciones en universidades o industrias. Es posible que con la acertada reciente creación de la Facultad de Ciencias por parte de la Universidad de Chile, se logre definir mejor los propósitos y características de la educación química superior en nuestro país.

por el prof. M. AGOSIN

Profesor de Química de la Escuela de Medicina de la U. de Ch.

2. *Razones del bajo nivel químico chileno.* A juicio del autor, las razones del escaso desarrollo químico en Chile no son muchas, pero sí de peso, a juzgar por los resultados.

a) Esencialmente, se nota la falta de una tradición científica bien enfocada. Es cierto que fue una preocupación especial del anterior Rector y actual Ministro de Educación, obtener un avance en la enseñanza de la Química. Pero esto toma largo tiempo y los frutos de tales esfuerzos todavía no se visualizan claramente. Nuevamente, la creación de la Facultad de Ciencias, gracias a las gestiones de numerosos investigadores chilenos, entre los que cabe destacar al actual Decano, prof. G. Hoecker, vendrá a crear una verdadera tradición científica en Química. La enseñanza de la Química está actualmente, como toda la educación superior, en manos de las universidades. Sin embargo, las universidades no deben considerarse como centros que tengan como función primordial la transmisión de conocimientos. Las universidades deben primero crear el conocimiento, a través de la investigación científica y luego transmitirlo a aquellos con vocación y capacidad necesarias. Desgraciadamente, este concepto de universidad, que data de tiempos muy remotos, no ha sido fielmente seguido en lo que respecta a la Química y otras disciplinas, donde esencialmente se ha pretendido repartir conocimientos sin una buena base de investigación pura;

b) El hecho de entregar conocimientos sin haber contribuido, por lo menos en parte a crearlos, es típicamente latinoamericano. La tradición verbalista es todavía acentuada en muchos círculos universitarios, que juzgan a los profesores por la manera de expresar las cosas, pero no por la forma en que las hacen. Al no existir la creación del conocimiento en el seno de la Universidad, los docentes pierden el sentido de los valores, no saben distinguir lo importante de lo superfluo y se transforman en individuos que transmiten conocimientos de libros que ya son de segunda mano, sin haber vivido lo que enseñan. De ahí que exista la tendencia a multiplicar los cursos a distintos niveles, tratando de enseñar lo más posible y en el lapso más largo posible. Es decir, se recurre a la enseñanza descriptiva de la Química, pese a que el avance actual de esta disciplina permite su aprendizaje mediante principios generales que pueden introducirse tempranamente en la carrera profesional. Muchos hechos, que actualmente deben memorizarse, han sido relacionados y sistematizados en principios generales, que demandan menos tiempo para su comprensión y aprendizaje. Nuestro sistema de enseñanza requeriría actualmente 20 años de cursos intensivos para formar un buen profesional, ya que el avance de la ciencia es enorme. Naturalmente, que siempre existiría el peli-

gro de que dicho profesional, al cabo de 20 años de estudio, estuviera atrasado nuevamente. A juicio del autor, no hay más remedio que modificar radicalmente el enfoque de la Química en Chile, haciendo hincapié en la necesidad de realizar investigación científica para poder enseñar en base a principios generales. Felizmente esta tendencia ya se aprecia en diversos círculos;

c) En general, los pocos laboratorios existentes carecen de equipo moderno, ya que la Universidad no se ha preocupado de fomentar realmente la investigación científica mediante aportes sistemáticos y en base a una política general de avance científico. La Química requiere ciertos equipos que son extremadamente caros y que no se fabrican en nuestro país, tales como espectómetros de masa, cromatógrafos de gases, instrumentos para medir espectro de resonancia nuclear paramagnética, etc. Asimismo, se hace notar una falta de libros y revistas, especialmente estas últimas que llegan al país con enorme atraso, hasta de un año;

d) Es posible que la falta de químicos altamente calificados se explique, además, por la escasa demanda, hasta ahora, de la industria química que sólo recientemente ha empezado a desarrollarse. Esto se aplica especialmente a la industria química pesada, como la petroquímica, que es de interés fomentar. En lo que respecta a la industria químico-farmacéutica, prácticamente se limita a envasar medicamentos. Aun las drogas más simples de sintetizar son importadas del extranjero, ya que no existen los capitales y muchas veces el conocimiento necesario para su preparación en nuestro medio. Indudablemente, el apoyo en las esferas de gobierno a estas actividades creará una demanda de químicos de buena preparación. A su vez, las industrias fomentarían la investigación básica para el desarrollo de sus productos, como ocurre en otros países. Como ejemplo, podemos decir que la Imperial Chemical Industries de Inglaterra, ha instituido cargos de "investigadores científicos" para el personal que desea dedicarse a los aspectos puros de la Química. Lo mismo ocurre en numerosas industrias americanas, Du Pont, Cyanamid, etc.

Tampoco existe una industria bioquímica, que se dedique a preparar compuestos de utilidad en la investigación y en la clínica humana y animal. Existiría actualmente en Latinoamérica un mercado potencial de gran valor para este tipo de productos, que al presente se importan prácticamente en su totalidad;

e) Otros factores que inciden en el desarrollo de la Química. La falta de un ambiente adecuado y de la comprensión de los círculos universitarios superiores, hace que muchos jóvenes investigadores abandonen el país en busca de sitios más agradables de trabajo. Esto es especialmente lamentable en el caso de personas que han obtenido su formación en el extran-

jero, pero explicable. Basta con visitar los laboratorios de países avanzados para darse cuenta de la diferencia en atmósfera científica y en posibilidades de desarrollo que existen en comparación con nuestra realidad. No creo que este éxodo se deba fundamentalmente a las mejores remuneraciones ya que, para el autor, que ha permanecido por períodos prolongados en países extranjeros, Chile es aún un lugar agradable para vivir y bastante económico en comparación con otros. Se trata simplemente de la jerarquía que se le da al investigador, de su contacto con otros hombres de ciencia, del reconocimiento de sus méritos con exclusión de factores extraños, tales como afiliación política, religión, etc.

3. *La carrera académica.* No podemos hablar actualmente de una verdadera carrera académica en Química, ya que su base es la existencia de investigación química organizada, que en la actualidad es limitada en nuestro medio y restringida a ciertos aspectos que discutiremos más adelante. La propia organización de la Universidad conspira en contra de la existencia de una carrera académica en Química. Se hace notar la falta de Departamentos que engloben diversos aspectos de la Química. Ciertas Facultades, por ejemplo, poseen innumerables cátedras que corresponden a pequeños sectores de la Química orgánica. Sin embargo, todas podrían refundirse en un Departamento de Química Orgánica fuerte. Por otra parte, existe el problema del investigador en Química y de los líderes que pudieran dirigir estos Departamentos. El Jefe del Departamento debe ser un individuo que sea capaz de crear el clima adecuado, de infundir en su personal la curiosidad científica, desarrollando un sentimiento de cooperación, de responsabilidad, y que constituya en el aspecto científico, un ejemplo para sus colaboradores menores. Los cargos de responsabilidad no deben estar en manos de personas que se limitan a enseñar Química, sino que de investigadores en Química. Desgraciadamente, este ideal es difícil de conseguir y nuestra Universidad está llena de ejemplos de esta naturaleza. Un problema esencial es el de atraer investigadores jóvenes que sean capaces de actuar como profesores capacitados, proveyéndolos de las condiciones adecuadas para su trabajo, dándoles una atmósfera de respeto y un status eminente dentro y fuera de la Universidad.

4. *Algunos aspectos desarrollados de la Química.* Pese a lo anterior, se observa el interesante fenómeno de que ciertas disciplinas de la Química, especialmente la Bioquímica, han prosperado en nuestro medio y muy especialmente en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. Es posible que este hecho se deba a la tradición científica biológica fuerte imperante en esta Facultad, que ha permitido el desarrollo

de la investigación desde el campo biológico puro hacia los aspectos bioquímicos. Hasta hace poco, muchos de los investigadores que actualmente realizan trabajos en Bioquímica se formaron prácticamente solos, aprendiendo en el laboratorio a medida que desarrollaban su investigación. Otros, más recientemente, han obtenido formación científica avanzada en países tales como Estados Unidos, Inglaterra, etc.

Incluso, hay unos pocos que han realizado sus estudios en forma completa en el exterior. Estos investigadores forman actualmente un núcleo fuerte, cuyos trabajos se publican en revistas del extranjero y que están prácticamente al mismo nivel que los investigadores de países más avanzados en este campo. Ellos constituyen ahora el núcleo de la Facultad de Ciencias, que permitirá dar una enseñanza de alto nivel a los jóvenes científicos del mañana. Una interesante contribución a la Bioquímica está haciendo actualmente la Facultad de Química y Farmacia, gracias a los extraordinarios esfuerzos del Prof. Osvaldo Cori. Si bien los jóvenes graduados de dicha Escuela no salen con un doctorado, su nivel ha mejorado últimamente, pudiendo doctorarse en el lapso de unos dos años en países del extranjero. Existen, en fin, uno que otro investigador en Físico-Química y en Química Orgánica, pero fuera de ellos, prácticamente estos campos adolecen de una marcada falta de desarrollo. Convendría mencionar, a título de ejemplo, las importantes investigaciones que realiza J. Allende sobre mecanismos de la biosíntesis proteica; H. Niemeyer, sobre factores de regulación metabólicos; O. Cori, sobre biosíntesis de terpenos en plantas; G. Tohá y su grupo, sobre efectos de las radiaciones gama sobre ácidos nucleicos; del Dr. C. Basilio, sobre código genético; R. Mancilla, sobre biosíntesis proteica en flagelados patógenos; S. Fischer, sobre biosíntesis de proteínas en virus, etc.*. Todos estos investigadores tienen no sólo el sentido universitario, sino que comprenden que su labor tiene un fin social que conviene destacar.

5. *Posibilidades para el futuro.* Pudiera ser que los comentarios anteriores parezcan muy pesimistas. Sin embargo, hay indicios de que la Química pueda desarrollarse en Chile. Desde luego, existe el firme propósito de organizaciones del extranjero de cooperar en este sentido. Tanto la Facultad de Química y Farmacia, como la de Ingeniería, han logrado contratar por diversos períodos a buenos químicos americanos e ingleses, algunos de los cuales todavía permanecen en Chile. Estos profesionales han contribuido en forma especial a desarrollar algunos aspectos de la Química,

*N. de la R. El autor del artículo omite, por razones obvias, sus investigaciones sobre diversos aspectos bioquímicos de resistencia a drogas.

especialmente la Físico-Química y la Orgánica. El plan Chile-California será en este sentido un fuerte impulso. La creación de un Consejo Nacional de Investigación, formado por investigadores idóneos y que es sentida aspiración de muchos, orientaría y financiaría la investigación científica en el campo de las ciencias naturales, dando mayores posibilidades de un desarrollo de la Química. Finalmente, la Facultad de Ciencias constituye la mejor y más firme esperanza para la formación del químico chileno. La oposición que se le hace

en ciertos círculos universitarios carentes de perspectiva histórica e imbuidos de pequeños intereses creados, debe cesar en aras del progreso de la ciencia en Chile. Dicha Facultad debe tener, a la brevedad posible, una sede física y posibilidades de contratar profesores extranjeros para acelerar el desarrollo no sólo de la Química, sino que de la ciencia en general en nuestro país. Finalmente, el desarrollo de la Química pura permitirá la existencia de una industria química con posibilidades creadoras.

LOS EFECTOS RADIATIVOS DE LAS PROXIMAS EXPLOSIONES NUCLEARES EN EL PACIFICO SUR

por el prof. HUMBERTO BARRERA

De la Academia Chilena de Ciencias Naturales

Contradictorias opiniones se han vertido con motivo del nuevo programa del gobierno francés para realizar una serie de explosiones nucleares en la atmósfera. Los experimentos tendrán creciente magnitud de energía y se efectuarán en el archipiélago Tuamotu de la Polinesia francesa, en el atolón de Mururoa, cuyas coordenadas geográficas son 159° longitud Oeste y 21° 41' latitud Sur, es decir, casi coincidente con el paralelo del puerto chileno de Tocopilla. La distancia corresponde a 3.045 km. de la Isla de Pascua, 6.758 km. de Santiago, la capital chilena, 4.900 km. de Nueva Zelanda y 6.750 km. de Australia. La discusión general ha tenido especialmente aspectos políticos. Las Comisiones de Energía Nuclear de los países sudamericanos han informado a sus gobiernos sobre las posibles consecuencias de estos experimentos y, como es explicable, se ha producido una situación de alarma colectiva difícilmente controlable, aunque el gobierno de Francia ha procedido con serenidad e indiferencia dando vagas seguridades de que no existirá ningún peligro para las poblaciones sudamericanas.

La detonación de una nueva bomba en la China continental, de 20 kilotonnes (8-v-1966) y el posible ingreso de Israel al club atómico para el año próximo, están produciendo una inquietud mundial semejante a la de los años 1954 y 1962, durante el apogeo de los experimentos de Estados Unidos y la URSS y que felizmente terminó con la firma del tratado de Moscú, el 10 de octubre de 1963, al que no concurrieron Francia ni China.

La finalidad de este artículo consiste en discutir en forma objetiva diversos informes publicados por investigadores prestigiosos de las mismas potencias atómicas, esto es: Estados Unidos, Unión Soviética, Inglaterra y Francia. Fundamentado en esos estudios se pueden anticipar juicios sobre las posibles consecuencias de las explosiones francesas en el Pacífico Sur y de otras que se realicen en el hemisferio Norte, en relación con el actual nivel de radiactividad de nuestro planeta. Por lo tanto, no haré consideraciones de orden político internacional, aunque tienen tanta importancia como los planes nucleares mismos.

La gran variedad de problemas derivados de los geniales descubrimientos sobre estructura de la materia y de la carrera armamentista nuclear, pueden reducirse a tres para la finalidad de nuestra exposición:

1. Estudio de las dosis peligrosas y letales de elemen-

tos de la fisión, producidos por las explosiones nucleares, y límites de alteración del actual nivel de radiactividad natural;

2. Efectos que se producen en los organismos animales y vegetales por la radiación y por la asimilación del Carbono 14, Estroncio 90 y Cesio 147, efectos que son de orden físico, biológico y genético;

3. Posibles efectos de las próximas explosiones nucleares en el Pacífico.

Naturalmente para apreciar esta discusión hay que dar por aceptados los fundamentos teóricos y técnicos de estos experimentos que ya no constituyen secreto, por ejemplo: las modalidades de los tres tipos de bombas, atómica de fisión, de hidrógeno por el método de fusión y bomba combinada de fisión-fusión-fisión; energía de unión en el núcleo atómico; fenómenos físicos y químicos de la radiación nuclear; partículas alfa y beta; rayos gamma; características de los radioisótopos, etc. Es necesario recordar las siguientes unidades de medida, para establecer comparación en los cálculos:

Un Roentgen, que es unidad de exposición a las radiaciones y equivale a la cantidad de rayos X que se obtienen con una unidad internacional de carga eléctrica en un centímetro cúbico de aire a cero grado de temperatura y a presión normal.

Un Curie, que es la cantidad de masa de isótopo radiactivo que emite la misma emanación que un gramo de radio, o sea, 37 mil millones de desintegraciones por segundo.

Los datos de este artículo están tomados de trabajos publicados por los siguientes investigadores: Joliot-Curie, de Francia, descubridor de la transmutación de la materia; Edward Teller y Albert Latter, de Estados Unidos; I. V. Kurchatov y A. V. Lebedinsky, de Unión