

El Renacimiento de la Química Inorgánica

POR EL
PROF. R. S. NYHOLM

PALABRAS PREVIAS

Durante unos años ha sido creencia muy compartida que la Química Inorgánica había llegado a un «punto muerto», es decir, que su desarrollo había alcanzado su grado máximo y que, por lo tanto, nada nuevo que mereciera la pena se podía esperar.

El impulso, la vitalidad y el campo de aplicación de esta rama de la Química desde la iniciación del último conflicto bélico mundial, han demostrado, de forma incuestionable, que la Química Inorgánica tiene una importancia primordial desde cualquier punto de vista que se adopte dentro del campo de la Química. Desde la enseñanza formativa a la aplicación técnica e investigadora.

Lo que ha ocurrido ha sido, sencillamente, que la Química Inorgánica ha sufrido un proceso de crecimiento, sobre todo en lo que pudiéramos llamar parte doctrinal de tal intensidad que durante él su fisonomía ha cambiado totalmente. Hoy es una rama de la Ciencia con una nueva personalidad, basada en grandes cuerpos de doctrina (casi todos procedentes del campo de la Química-Física), perfectamente razonada y sistematizada, que en nada se parece a la antigua, empírica y descriptiva, como acertadamente la describe el Prof. Nyholm.

Pero no se crea que ese proceso ha llevado a la Química Inorgánica a lo que pudiéramos considerar una zona de tranquilidad. Hoy la Inorgánica —afortunadamente— es más problema que nunca, prueba fehaciente de su vitalidad. Todos los días nos sorprende con conocimientos de nuevos hechos y con más íntimo estudio de los ya conocidos.



El magnífico trabajo del Prof. Nyholm, que a continuación publicamos es un alegato irrefutable de esa maravillosa actividad de la Química Inorgánica. El autor del trabajo, no solamente ha tenido la gentileza de autorizar su publicación en nuestros «Anales» sino que al texto original publicado en Londres, ha unido unas notas adicionales, inéditas, que lo completan.

Es muy posible que en otro número de «Anales» glosemos detenidamente este «Renacimiento de la Química Inorgánica». Ahora, no procede una mayor extensión de estas líneas, que sólo pretenden dar las gracias al Prof. Nyholm, por sus atenciones, y felicitarle, por su acierto en la exposición.

V. IRANZO

Es un gran honor ser designado para una Cátedra de Química en el «University College», en un Departamento tan íntimamente relacionado con el del gran químico Sir William Ramsay. Pero es, también a la vez, una suerte y una oportunidad única, así como una seria responsabilidad, aceptar este cargo en un momento en el que tan rápidos cambios se producen y avances tan excitantes están en perspectiva en la rama específica de la Química a la que me dedico. Se puede creer que he escogido un título excesivamente ambicioso para este acto inaugural, pero creo es el que más adecuadamente describe el período de crecimiento a través del cual esta parte de la Ciencia pasa actualmente. En las últimas dos décadas se han producido cambios revolucionarios en el campo de la Química Inorgánica y sus efectos influyeron tanto en la investigación como en la enseñanza, como actualmente se reconoce. El profesor Audrieth, uno de los más eminentes químicos inorgánicos de América expresó la opinión:

El pasado cuarto de siglo ha presenciado la evolución de la Química Inorgánica desde una materia casi puramente descriptiva a otra en la que todos los progresos modernos de la Química y Física encuentran aplicación. Esta tendencia, por sí misma, ha hecho más difícil la diferenciación entre Química Inorgánica, Química Física y Química Analítica, especialmente desde que la Química Inorgánica proporciona el cuerpo fundamental de hechos y material descriptivo para todas las ramas de la Química, con la posible excepción de la Química del Carbono.

...La tendencia hacia la especialización ha traído consigo la realización de que ninguna rama de la Química sea suficiente para sí misma y esta coordina-

ción es más importante hoy en los problemas de la Química que en cualquier otro momento» (1).

Mientras existe un reconocimiento franco del nuevo horizonte de la Química Inorgánica hay, desgraciadamente, todavía, demasiados sitios en los que el impacto de las nuevas conquistas ha sido relativamente pequeño, y en ellos los efectos tanto sobre la investigación como sobre la enseñanza son menos afortunados. Teniendo en cuenta la naturaleza de ese nuevo horizonte y la necesidad de su completa ampliación emprendo este camino.

Trataré de tres aspectos de estos progresos recientes. En primer lugar, se discutirán las razones y la naturaleza de las nuevas tendencias de la Química Inorgánica; lo que, naturalmente, implica una breve revisión histórica. En segundo lugar, examinaré el impacto de la nueva tendencia sobre la investigación en Química Inorgánica y los probables caminos de su desarrollo. Referiré, de paso, algunos de los trabajos que estamos realizando y que me propongo extender al «University College». En tercer lugar, discutiré los efectos de esas nuevas tendencias sobre la enseñanza de la Química Inorgánica en las Facultades y en los Institutos.

QUÍMICA INORGÁNICA MODERNA

Aquellos de nosotros a quienes nos es familiar la enseñanza de la Química Inorgánica en las Universidades desde hace veinte o treinta años, recordarán que en aquel tiempo era considerada como una parte de la Licenciatura, pesada y carente de interés. Ordinariamente, se enseñó casi unánimemente en los primeros años de la Licenciatura y fundamentalmente como una colección de hechos ampliamente inconexos. En resumen, los estudiantes llegaban a la conclusión de que, aparte de alguna relación deducida de la Tabla Periódica, no había ningún sistema en Química Inorgánica comparable con el que se había encontrado en Química Orgánica, ni con el rigor ni con la lógica que caracterizaba la Química Física. Se creía que las oportunidades de investigación en Química Inorgánica eran pocas y que en cualquier caso los problemas eran pesados y nada sugestivos; resultado: relativamente, pocos alumnos se especializaban en esta materia. El efecto de este abandono, incidentalmente, se pone de manifiesto durante la última guerra y en los años de la postguerra cuando los químicos con un cierto conocimiento de la Química Inorgánica fueron requeridos para el desarrollo de los proyectos sobre

(1) L. F. AUDRETH, «Inorganic Chemistry» en *Industrial and Engineering Chemistry*, XI,III (1951), p. 269.



energía atómica. Mientras la Química Inorgánica se consideró, como hace años, constituida simplemente por la preparación y análisis de elementos y compuesto, sólo era de esperar esa carencia de atractivo. Esta etapa ha pasado ya, y a los fines de nuestra discusión definiremos la Química Inorgánica de hoy como el estudio integrado por la formación, composición, estructura y reacciones de los elementos químicos y sus compuestos exceptuando la mayoría de los del carbono. Muchos consideraron esto como una definición gratamente alentadora y que todo lo abarca y puede sugerirse que he definido, no solamente la Química Inorgánica, sino toda la química. No lo discuto; realmente, acepto esta crítica como ampliamente correcta pues realza uno de nuestros mayores temas—que las primitivas divisiones de la química están desapareciendo y que la materia se convierte cada día más en un todo continuo. La moderna Química Inorgánica ha disminuído la importancia de las distinciones entre Química Inorgánica, Química Orgánica y Química Física, así no duda en enlazar grupos *orgánicos* a un átomo metálico si las propiedades del compuesto resultante lo hacen más conveniente para la investigación; así mismo, la Química Inorgánica está preparada para el uso de cualquiera de las técnicas disponibles de la Química Física, hasta donde son necesarias para resolver sus problemas (2).

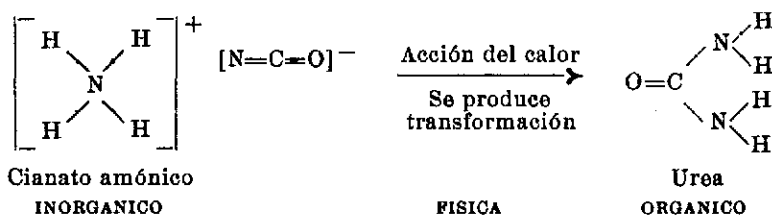
Los factores primordialmente responsables del moderno espíritu de progreso de la Química Inorgánica son dos progresos externos, que aportan, en primer lugar, un sentido a sus fines, y en segundo lugar, nuevos procedimientos con los que alcanzar esos fines. El primero de estos progresos es el crecimiento de las técnicas teóricas de la mecánica cuántica hasta un límite que permite una amplia aplicación química. Esto ha avanzado lo suficiente para poner de manifiesto la unidad de la Química Inorgánica, aun cuando se han necesitado investigaciones experimentales cuantitativas para establecerlo completamente. El segundo progreso externo consiste en las nuevas técnicas ópticas, eléctricas y magnéticas para las medidas físicas, por medio de las que se puede investigar la estructura en los términos físicos exigidos por la naturaleza electromagnética de la materia. Para una completa apreciación de la forma en que estos avances han afectado al desarrollo de la Química Inorgánica es esencial hacer un resumen histórico de la misma, a través de la pasada centuria.

Podemos partir del año 1828, en que aparece el trabajo de Wohler, relativo a la conversión del cianato amónico en urea. Este trabajo fué el primer paso hacia el abandono de la teoría vitalística y el nacimiento de

(2) Si descamamos poner de manifiesto alguna diferencia entre Química Física y Química Inorgánica, a la primera concierne preferentemente el desarrollo de las teorías de los métodos físicos, mientras que a la última, la aplicación de los mismos.

la Química Orgánica como una rama diferenciada de la Química (3).

El cianato amónico, NH_4NCO , es un ejemplo de esa clase de compuestos y elementos que comprende metales, minerales y rocas, y que se consideran como *no vivientes*. La urea, sin embargo, se creyó se formaba únicamente en los *Organismos vivientes*. Por esto los compuestos de este último tipo se llamaron «orgánicos» mientras que los del primer grupo fueron conocidos como «inorgánicos». La síntesis de Wohler de la urea mostró la interrelación entre la Química Orgánica e Inorgánica. Así, la reacción siguiente pone de manifiesto la unidad esencial de la Química:



Durante los cincuenta años siguientes, aproximadamente, la Química Orgánica y la Inorgánica progresaron paralelamente. Los trabajos más importantes llevados a cabo en Química Inorgánica se dedicaron a la preparación de ciertos compuestos y al desarrollo de métodos de análisis. Se describió gran número de nuevos compuestos, que en muchos casos fueron analizados imperfectamente; este gran cuerpo de hechos es la base de tratados semejantes a los de J. W. Mellor y Gmelin Kraut. Además, se realizó un importante trabajo sobre la determinación de pesos atómicos. El año 1887 se acepta como fecha de nacimiento de la Química Física, como otra rama de la Química; en este año, se funda el *Zeitschrift für physikalische Chemie*. La Química Física atrae a muchos investigadores porque ofrece una exactitud de que carecía la Química Inorgánica. Mientras tanto, la Química Orgánica, basada en el postulado del átomo tetraédrico tetravalente, enunciado simultáneamente por Van't Hoff y Le Bel, en 1874, desarrolló un sistema con el que se puede determinar la estructura. Al no conseguir la técnica necesaria para tales investigaciones esteroquímicas, la Química Inorgánica se rezaga. Así, encontramos que, en esta época, la Química Orgánica, debido a su sistematización, y la Química Física, por su exactitud, atraían invariablemente a los investigadores desde el campo de la Química Inorgánica, más empírica y mucho menos sistematizada. Hay quien ha dicho que los hechos dan al sujeto

3) El Dr. D. McKie ha discutido la significación de este trabajo en su excelente artículo «Wohler's «Synthetic» Urea and the Rejection of Vitalism: a Chemical Legend» en *Nature, Lond.*, CLIII (1944), p. 608.

de una Ciencia su sustancia, pero es la teoría que los integra quien la dota de su fuerza. En el pasado siglo XIX, no hubo carencia de sustancia en la Química Inorgánica, pero estuvo, desgraciadamente, falta de cohesión. El profesor Sir Harold Hartley, en su discurso de conmemoración del centenario de la «Chemical Society», resume hermosamente estos puntos de vista cuando describe sus reacciones como estudiante, en mil ochocientos noventa y tantos, de las tres ramas de la Química:

«Así, en el noventa y tantos, cuando mis contemporáneos y yo aprendíamos Química, la Química Orgánica nos dió una visión lógica y ordenada en la que la concordancia entre las propiedades y la estructura mostraba claramente que el modelo representaba una gran aproximación a la realidad. En Química Física, nosotros adquirimos una visión de la relación entre la reacción química y el equilibrio y de la cinética de la molécula individual o ión, y del valor de la termodinámica, dando reglas generales independientes de cualquier teoría. La *Química Inorgánica era más difícil* (4); por entonces, había que recordar muchos hechos aislados y aunque la Tabla Periódica prestaba una gran ayuda, todavía había muchas anomalías que tenían que ser explicadas (5).

Al final del siglo, el trabajo del gran químico Alfred Werner ordenó extraordinariamente la Química Inorgánica. A Werner se le recuerda, especialmente, por sus estudios sobre los compuestos Inorgánicos de adición, aparentemente anómalos, muchos de los cuales habían sido descritos durante el medio siglo precedente. Estos compuestos de adición, a los que se les había fijado una composición definida, pueden estar formados por la unión de dos o más moléculas previamente estables y saturadas. Así, el sulfato de cobre anhidro, blanco, unido con cuatro moléculas de amoníaco gas, da el sulfato tetramín cúprico, de intenso color azul. (Véase fig. 1) (6).

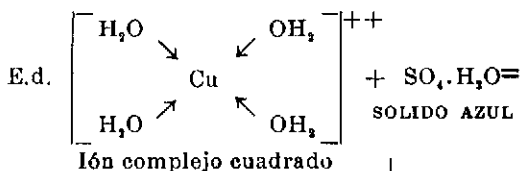
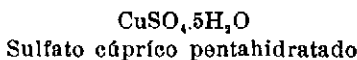
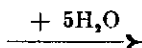
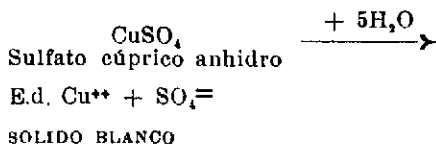


Estos compuestos de adición son conocidos ahora como complejos o compuestos de coordinación y los grupos a ellos unidos se llaman «ligandos». Werner expuso la primera teoría satisfactoria sobre la estruc-

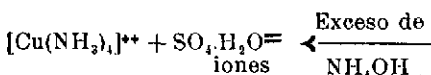
(4) En cursiva en el trabajo original.

(5) H. HARTLEY, «A Century of Chemistry» en *Journal of the Chemical Society* (1947), p. 1281.

(6) Señalo esta bien conocida reacción como simple ejemplo. El trabajo todavía tiene su valor en conexión con el tipo de enlace, el color y la estereoquímica de estos compuestos



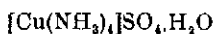
Agua en
 exceso



También se puede
 unir NH_3 menos
 fuertemente.

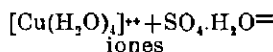
SOLUCION AZUL OSCURO

Exceso
 de
 alcohol \downarrow



Sulfato monohidratado
 tetramino cúprico azul,
 oscuro.

SOLIDO AZUL OSCURO



Otras dos moléculas de H_2O
 se unen menos fuertemente
 dando lugar a un octaedro
 distorsionado.

SOLUCION AZUL PALIDO

FIG. 1

tura de estos compuestos. Su teoría implica la idea de un número de coordinación definido, para un metal, con los ligandos ordenados alrededor de él según un modelo geométrico definido, siendo el octaedro, el tetraedro y los cuadrados planos las ordenaciones más importantes (véase figs. 2, 3 y 4). Esta teoría aclaró muchos de los conflictos procedentes de la masa de datos obtenidos en los primeros tiempos. Paradójicamente, sin embargo, Werner resolvió tantas cuestiones que a mucha gente la dejó con la impresión de que en Química Inorgánica quedaban pocos progresos por hacer.



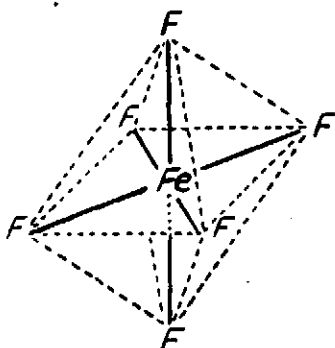


FIG. 2

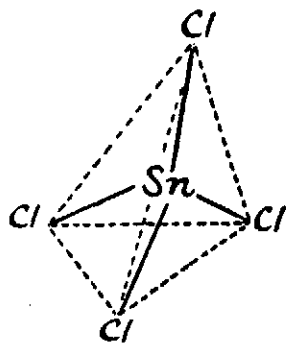


FIG. 3

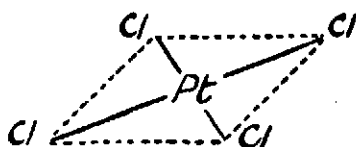


FIG. 4

FIG. 2.—Octaedro regular $[\text{FeF}_6]^{3-}$ ión.

FIG. 3.—Tetraedro regular SnCl_4 .

FIG. 4.—Cuadrado plano $[\text{PtCl}_4]^{2-}$ ión.

Sin embargo, no daba ninguna explicación satisfactoria sobre la naturaleza de la combinación química, o de la valencia, y nuestros conocimientos sobre estereoquímica, quedaban todavía limitados a dos o tres casos comunes.

A partir de la primera guerra mundial, la Química Inorgánica languidece, particularmente en este país. Hubo pocas escuelas donde continuase el estudio de los compuestos complejos y se hicieron algunos trabajos importantes, pero como los investigadores estaban limitados a el número de técnicas que les eran eficaces, sus conclusiones eran, respecto a la estructura, en la mayoría de los casos, tan sólo tentativas. Se realizaron excelentes trabajos de preparativa sobre diversas materias, tales como hidruros de boro, pero en comparación con la Química Orgánica y Química Física la cantidad de tales trabajos fué pequeña. El desarrollo de la cristalografía de rayos X dió un gran estímulo, pero, desgraciadamente, la técnica estaba restringida a los compuestos sencillos y el progreso fué relativamente lento. Después de la primera guerra mundial, sin embargo, las ideas sobre la valencia empezaron gradualmente a tomar un perfil definido. Es importante hacer hincapié en la necesidad de los progresos en la teoría de la valencia y en estereoquímica, porque sin un avance en estas materias no se podría esperar ninguna facilidad en la comprensión de muchas de las materias de la Química Inorgánica actual. Las ideas fun-

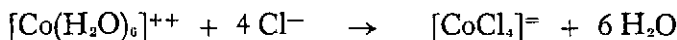
damentales sobre los enlaces iónicos y covalentes fueron plasmadas, en 1916, en las publicaciones de W. Kossel, en Alemania, y G. N. Lewis, en América. Sin embargo, sin intentar mencionar los nombres de todos los que han contribuido, me complazco en decir que el mayor paso hacia adelante se dió en 1927, con la publicación de la extraordinaria monografía de Sidgwick, *The Electronic Theory of Valency*. Poco después de esto, asistimos a la aplicación de la mecánica cuántica a los problemas de la combinación química. El trabajo de Linus Pauling fué de especial importancia en Química Inorgánica. Por entonces nosotros alcanzamos el segundo cuarto de siglo, la nueva teoría de la valencia se aplicaba a una extensa variedad de compuestos. La mecánica cuántica no solamente proporciona una explicación de cómo los átomos se unen entre sí, sino que también da una cierta visión de la fuerza de enlace y ofrece una explicación de sus orientaciones en el espacio. Igualmente importante fué el hecho de que la mecánica cuántica dió un sentido de doctrina a muchas medidas físicas que, anteriormente, eran de valor mucho más limitado en el establecimiento de la estructura de los compuestos químicos. Además estas medidas físicas dotaban a la mecánica cuántica de muchos de los parámetros necesarios para el desarrollo de sus teorías. Así, en un sentido, la mecánica cuántica y los métodos físicos de estudio de una estructura son complementarios. Por ejemplo, la determinación de una susceptibilidad magnética es fácil; las medidas han sido realizadas desde los días de Faraday, en 1850. Pero hasta que la mecánica cuántica emitió una teoría que relacionaba la susceptibilidad magnética con el número de electrones sin aparear, no fué posible deducir conclusiones de alguna significación acerca de la estructura molecular.

Esta es mi tesis esencial: el impacto de la mecánica cuántica y los métodos físicos modernos de estudio son las principales razones del renacimiento de la Química Inorgánica, conduciendo al período presente de rápido crecimiento. Algunos han sostenido que la mecánica cuántica había resuelto pocas cuestiones que no hubieran sido resueltas ya por otros métodos de estudio. Esta opinión es inaceptable; pero al mismo tiempo debe recordarse que las discusiones que surgieron a partir de la enunciación por Pauling de sus teorías condujeron a los químicos al estudio de una amplia variedad de fenómenos con el fin de probar o de negar estas teorías. Esto, de por sí, fué una buena cosa para la Química Inorgánica. Sin embargo, el mayor efecto del nuevo proceso no se hizo evidente hasta después de la segunda guerra mundial.

Frecuentemente se ha señalado que muchas de las esperanzas primitivas de la mecánica cuántica no han sido alcanzadas. Sir Harold Hartley señala que Lord Rutherford dijo, en 1919, «¿para qué uso interesará al químico cualquier cosa que Bohr sea capaz de calcular y que usted pue-

da hallar?» (7). Análogo optimismo prevaleció en 1929 cuando la nueva mecánica cuántica fué aplicada a la valencia; pero pronto se puso de manifiesto que en las moléculas reales están implicadas grandes dificultades matemáticas para obtener una solución rigurosa. Como resultado, se han adoptado varios métodos de aproximación, algunos de los cuales no son realistas. Los resultados más fructíferos se obtienen de la mecánica cuántica cuando los investigadores teóricos se asocian con investigadores más experimentales. La Química Inorgánica, en particular, se beneficia más efectivamente de este tipo de cooperación.

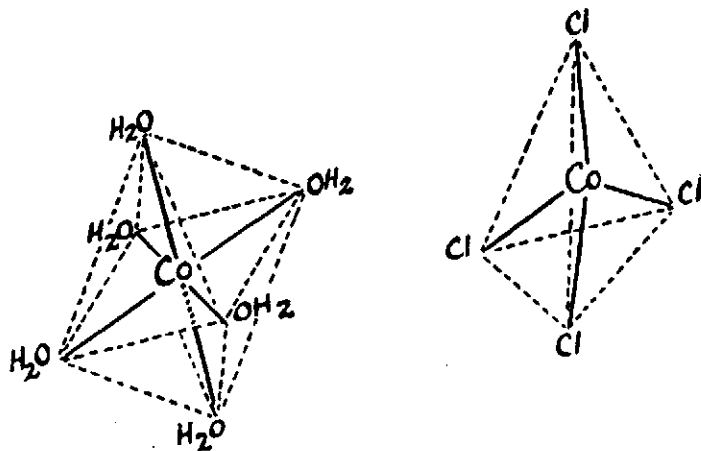
Después de la segunda guerra mundial, se desarrollan florecientes escuelas de Química Inorgánica en varias partes del mundo y el entusiasmo general se refleja por el hecho de habérselo celebrado conferencias sobre compuestos de coordinación inorgánicos en los últimos tres años, en Copenhague, Sidney y Amsterdam, sin hacer mención de otras muchas en Estados Unidos. Es necesario hablar aquí del papel que ha jugado el estudio de los complejos de coordinación en el desarrollo de la Química Inorgánica. Hay quien considera el estudio de los compuestos complejos como una rama especial de la Química Inorgánica. Nada hay más lejos de la verdad; de hecho, es correcto decir que la Química Inorgánica moderna es, en una gran extensión, especialmente en solución, el estudio de los compuestos complejos. Los compuestos coordinados de Werner han tenido que ser reconocidos como, prácticamente, el tema central de la Química Inorgánica. Por ejemplo, nosotros nos hemos acostumbrado a ver representado el ión cromo trivalente en soluciones acuosas como Cr^{3+} ; los trabajos modernos de cambio de isotopos han demostrado que, de hecho, este es un ión complejo de fórmula $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, en el que las seis moléculas de agua están fuertemente unidas, intercambiándose muy lentamente con otras moléculas de agua de la solución. Con la excepción de las sales iónicas sólidas, la mayoría de los compuestos inorgánicos, especialmente en solución, son compuestos complejos, una buena ilustración de esto la aporta el estudio del comportamiento de una solución de una sal cobaltosa en agua tratada con clorhídrico. Una solución acuosa de perclorato cobaltoso, $\text{Co}(\text{ClO}_4)_2$ es de color rosa, se ha demostrado que esto es debido a la presencia del ión complejo octaédrico $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$. Cuando esta solución se trata con bastante ácido clorhídrico, el ión cobaltoso exacuoso se transforma en el ión tetraédrico $[\text{CoCl}_4]^-$ que tiene un intenso color azul



(7) H. HARTLEY, *op. cit.*, p. 1282.



Aparte del cambio de color, la diferente ordenación espacial de los enlaces alrededor del átomo de cobalto puede ser relacionada con un marcado cambio en las propiedades magnéticas (véase fig. 5).



Ión octaédrico $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$

Ión tetraédrico $[\text{CoCl}_4]^{2-}$

ROSA

AZUL

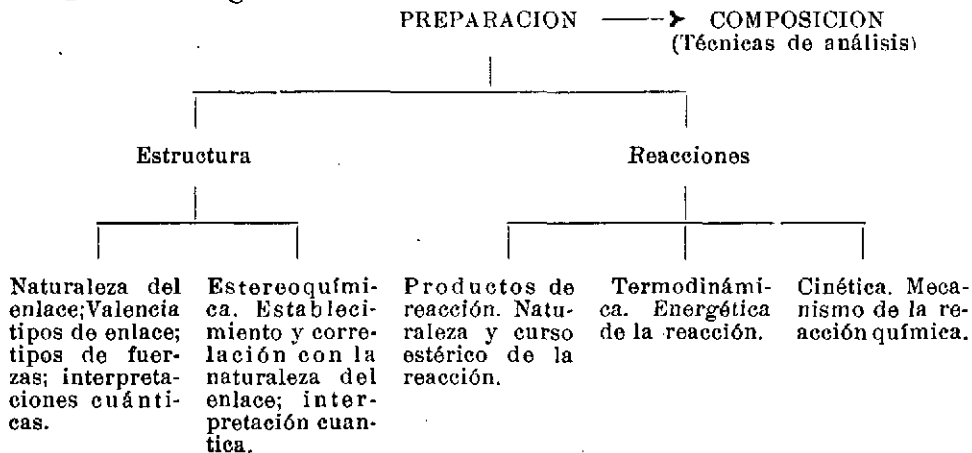
Momento magnético 5,2 magnetones Bohr

Momento magnético 4,7 magnetones Bohr

Fig. 5

INVESTIGACIÓN

Antes de discutir la posición presente y la probable dirección del progreso en la investigación, es conveniente tener en cuenta la siguiente tabla, como una genealogía de la marcha ordinaria de una investigación en Química Inorgánica.



Cuando se ha terminado la preparación y el análisis químico de un compuesto, se pueden estudiar sus propiedades desde dos ángulos diferentes. Por una parte, especulamos sobre la estructura del compuesto en su más amplio sentido, comprendiendo todas las propiedades de los enlaces y la forma de la molécula—la última, función del tipo de los enlaces presentes. Por otra parte, el comportamiento químico de la sustancia, nos conduce a la investigación de sus reacciones químicas. Lo que primero interesa es, naturalmente, los productos de reacción y el curso estérico de la reacción. Pero también estamos interesados en las variaciones de energía que ocurren al tender al equilibrio y la velocidad a la que transcurre la reacción.

Si se mira la situación actual a la luz de la tabla anterior, llama la atención el hecho de que la gran cantidad de trabajo preparativo ahora en progreso, tiene un nuevo sentido de finalidad que estaba ausente en gran parte del trabajo antiguo. La vitalidad impulsora de este trabajo moderno de preparativa procede de las predicciones que se dedujeron de nuestros estudios en la estructura y reactividad de los compuestos conocidos. Este trabajo de preparativa incluye la estabilización de grados de valencia, primitivamente poco comunes o desconocidos, de metales, usando ligandos apropiados. Hoy conocemos mucho más que en la primera época sobre la selección o síntesis de ligandos que estabilizan estados de valencia poco frecuentes; como resultado se conocen ahora perfectamente compuestos uni y cerivalentes de los elementos de transición. Análogamente, el uso del fluor ha conducido al aislamiento de altos estados de valencia, tales como el níquel IV, que primitivamente se consideraba muy dudoso. Se han usado ampliamente ligandos distintos a los iones haluros, amoníaco y agua. Se conoce algo de por qué el monóxido de carbono estabiliza el estado cerivalente, ahora somos capaces de usar otros muchos ligandos, tales como los haluros de fósforo, para alcanzar este fin. Se ha abierto un nuevo capítulo con el uso de varios ligandos no saturados, tales como el etileno, ciclopentadieno y benceno, para la formación de complejos metálicos. La estructura de los compuestos de tipo «sandwich» del ciclopentadieno es de especial interés para las teorías de la valencia (véase fig. 6).

Es de interés realzar que los complejos del platino con etileno se conocen hace bastantes décadas, pero solamente en los últimos años ha sido posible el estudio de su estructura. Esto ha conducido al presente interés extendido a otros complejos de este tipo, pero el objeto no es simplemente la preparación de nuevos compuestos, sino el estudio completo de su estructura y reactividad. Parte de nuestras actividades en el «University College» estará dedicada a la preparación de complejos de metales de transición en sus estados de valencia menos comunes y al estudio de sus



estructuras. Así, estimulados por nuestro interés por la naturaleza del enlace entre el átomo de hierro y el grupo porfirina en la hemoglobina, estamos estudiando los complejos de hierro en estado tetravalente.

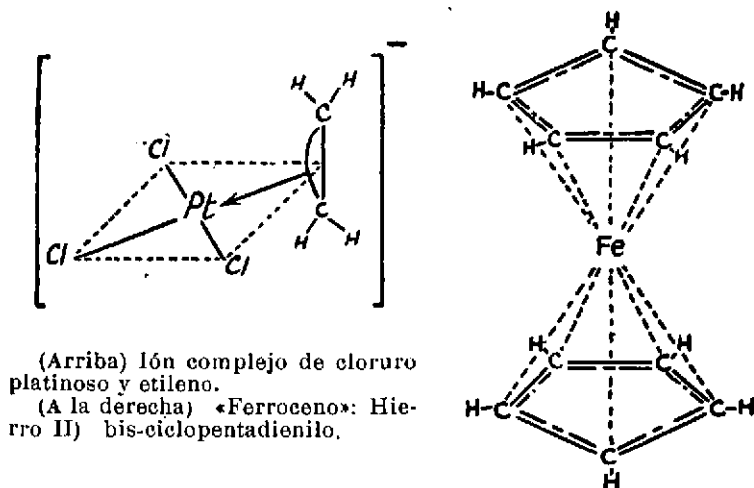


FIG. 6.—Complejo de metales de transición con ligandos no saturados.

El estudio de la forma de las moléculas es, hoy día, del mayor interés para el químico inorgánico. Aunque reconocemos una suprema importancia a la técnica de rayos X para llegar a la ordenación de los átomos, el tiempo y la dificultad inherente a llevar a cabo una determinación de la estructura completa deja un amplio campo para la aplicación de otras técnicas. Haciendo uso de ligandos apropiados se pueden preparar complejos cuya solubilidad en solventes orgánicos facilita el estudio de sus propiedades con una gran variedad de técnicas físicas. Ahora somos capaces, fácilmente, de preparar compuestos en que el metal no está en el centro del clásico octaedro o tetraedro; la estereoquímica de números de coordinación menos comunes ha adquirido el mayor interés. Podemos esperar, desde ahora, ver muchos más trabajos sobre formas tales como la pirámide cuadrangular (véase fig. 7) y complejos siete u ocho coordinados de los metales más pesados. Están relacionados con tales problemas, meramente estereoquímicos, los estudios de la teoría de la valencia y la dilucidación del tipo de enlace y orden de enlace. El papel del doble enlace en complejos metálicos está siendo sujeto, invariablemente, de una crítica creciente y de investigaciones físicas. Nos proponemos continuar el trabajo sobre la estereoquímica de los complejos de los metales de transición y estudiar los problemas de la valencia, órdenes de enlaces e isomerías, usando métodos espectroscópicos. Tenemos la confianza de

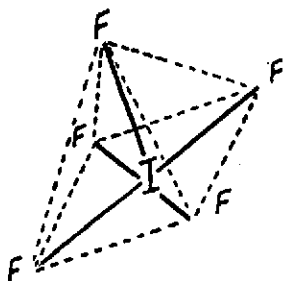


FIG. 7.—Pirámide cuadrangular de pentafluoruro de iodo.

que el cuadrípulo puro y los espectros de resonancia magnética nuclear serán de gran ayuda. También extenderemos nuestras investigaciones al uso de medidas magnéticas, como criterio de la ordenación de los enlaces covalentes en las moléculas. Este trabajo estará íntimamente relacionado con los estudios teóricos en el campo inmediato de la teoría de la valencia y con las correlaciones entre los espectros y estructuras de los complejos. Los compuestos de cobalto divalente, por ejemplo, muestran algunas intrincadas relaciones entre el color, la forma y el comportamiento magnético. Los datos magnéticos de estos compuestos nos dan una información indirecta sobre la forma de la molécula. Nos referiremos primeramente al ión azul $[\text{CoCl}_4]^-$; estos compuestos de cobalto -II tetraédricos y tetravalentes son ordinariamente azules y muestran una interacción más débil con un campo magnético que los complejos en los cuales el átomo de cobalto está en el centro de seis grupos ordenados octaédricamente. La magnitud de la interacción con el campo magnético se mide cuantitativamente por el momento magnético (véase fig. 5). Progresan los estudios de esta propiedad aplicados a una gran variedad de compuestos de cobalto, de forma tal que nos capacita para fijar con mayor certeza las relaciones entre la forma y comportamiento magnético. La aplicación del criterio magnético queda bien demostrada con la estructura de la vitamina B_{12} . Al descubrir el cobalto en este compuesto, se dedujo rápidamente que este átomo era tetravalente y se tuvo casi la seguridad de que se hallaba en el centro de seis átomos ordenados octaédricamente, a causa de las propiedades magnéticas de la vitamina. Se está trabajando en las relaciones entre la forma y comportamiento magnético de un número de metales de transición, como parte de nuestro programa.

Solamente se puede hacer una breve referencia al aspecto termodinámico, donde se están realizando grandes progresos. En particular, se están estudiando ampliamente los equilibrios en solución entre complejos metálicos y los iones metálicos que lo constituyen y los ligandos. La

estabilidad de un complejo es, por supuesto, de intrínseco interés para el químico, pero otras razones de gran interés en este campo son la importancia de las constantes de estabilidad en Química Analítica, en Bioquímica y en la mayoría de los procesos que implican la separación del ión metálico o la inactivación de dicho ión. Los investigadores, al medir las estabildades, especulan con lo que se conoce como energía libre, pero se desarrollan importantes trabajos sobre los calores de formación que conducirán a las energías de enlace.

El trabajo relacionado con el mecanismo de las reacciones inorgánicas, incluyendo la forma en que se produce la sustitución en los complejos metálicos, está siendo objeto de la atención mundial. Como consecuencia de las grandes contribuciones aportadas por nuestro «Department of Chemistry» en el campo del mecanismo de la reacción orgánica, se dirige especialmente a conseguir un avance en los mecanismos de sustitución en el aspecto inorgánico con él relacionado. Afortunadamente, existe una gran experiencia procedente del campo orgánico, aplicable al trabajo que nos proponemos realizar. El profesor Ingold ha investigado el mecanismo de sustitución inorgánica durante algún tiempo y nosotros intentamos proseguir sus trabajos juntos.

Parece posible predecir que en adelante se producirán mayores avances en las tomas de contacto entre la Química Inorgánica y la Biológica. El papel de los complejos metálicos de hierro en el proceso vital humano y animal, y los de magnesio en las plantas, ha sido reconocido desde hace tiempo, pero más recientemente otros muchos metales, tales como cobre y cobalto, han demostrado ser muy importantes en los procesos enzimáticos y vitamínicos. Únicamente en estos últimos tiempos, cuando nuestro conocimiento del enlace metal-ligando ha alcanzado un razonable estado de desarrollo, es cuando las especulaciones sobre la estructura y el mecanismo han resultado muy eficaces. Realmente, puede decirse que muchas de las investigaciones necesarias en el campo de la Biología son, de hecho, fundamentalmente, investigación de Química Inorgánica.

La amplia aplicación de las técnicas físicas al estudio de problemas inorgánicos ha creado la necesidad de adquirir aparatos muy costosos. Tengo la suerte de que el «College», a pesar de sus dificultades, ha tomado una posición favorable respecto a nuestras necesidades, pero es importante realzar que el capital a invertir implica un problema financiero mayor para las escuelas de química de este país. La Química Inorgánica moderna usa como medio de trabajo todas las ramas ordinarias de la espectroscopia —visible, ultravioleta e infrarrojo— así como también los campos de más reciente desarrollo, como las microondas y los espectro cuadrípolos nucleares. El paramagnetismo y las medidas de resonancia

nuclear han encontrado en todos los casos una aplicación creciente en Química Inorgánica.

Otras técnicas incluyen el uso de isótopos radioactivos y pesados, mientras las propiedades magnéticas y eléctricas también proporcionan valiosa información en lo que concierne a la estructura. En resumen, el coste total del equipo completo de una escuela, o de la mayoría de estas técnicas, implica un capital que oscila alrededor de muchas decenas de millares de libras. Esto no quiere decir que todas estas técnicas sean esenciales para el estudio de un problema químico inorgánico en particular, pero sí es correcto decir que una gran escuela con un grupo de investigadores vigorosos, indiscutiblemente, tendrá necesidad de la mayoría de esas técnicas en un momento o en otro. Todos sabemos que en el pasado se realizó una buena investigación sin estos instrumentos, pero su uso consigue dos ventajas. En primer lugar, facilita el acceso a problemas que caían fuera del alcance de los químicos en los años pasados y, en segundo lugar, aumenta la rapidez con que se puede conseguir la solución de un problema. Las fronteras de la Química Inorgánica han recorrido un largo camino en la última década y en la actualidad avanzan todavía más rápidamente. Hace tiempo que fueron escalados los picos más bajos y las mayores alturas de las montañas que actualmente escala el hombre le fuerzan al empleo de equipos más complicados para lograr su objetivo. Así, en investigación, los aparatos no solamente deben capacitarle para conseguir lo que otros hicieron —al principio de nuestro conocimiento— si no que le deben ayudar a avanzar. Sin este costoso capital invertido en equipo de investigación, los departamentos universitarios deben estar preparados a limitar sus objetivos a campos relativamente abandonados, apartados de la zona del avance científico moderno y ceder su lugar en las fronteras del conocimiento a los que dispongan de los necesarios instrumentos de ataque. Me veo obligado a realzar con dureza que nosotros raramente cumpliremos nuestra tarea como institución docente sino conseguimos que nuestros colaboradores en la investigación usen aparatos semejantes a los instalados en muchos laboratorios industriales y oficiales, donde más tarde han de trabajar. Pedimos a la administración nos dote en todo momento de las cantidades crecientes necesarias para nuestro trabajo; para que nos ayuden, lo menos que podamos hacer es explicarles por qué necesitamos los aparatos y qué vamos a hacer con ellos.

ENSEÑANZA

Los rápidos avances hechos en investigación en este campo, y la consiguiente sistematización del contenido tienen profundas repercusiones



en los cursos de Química Inorgánica de Licenciatura. Yo he referido ya la falta de interés en los alumnos por la Química Inorgánica en los primeros años y sugerí su explicación. Pero existe otro factor; en la mayoría de las Universidades, la Química Inorgánica se ha explicado, hasta hace poco tiempo, principalmente, en los primeros dos años de la Licenciatura, en los que los estudiantes no habían estudiado suficiente Química Física para conseguir una explicación de los datos experimentales. Para demostrar esto, podemos considerar la Química de los carbonilos metálicos. Si esta cuestión se trata con cierto anticipo en el curso, no es posible discutir con los estudiantes la forma en que el aumento de las frecuencias, los dobles enlaces, la hibridación orbital, los momentos dipolares magnéticos y eléctricos dan una explicación de la Química general de estos compuestos y de su estructura. El valor de los momentos magnéticos, en particular, al discutir problemas de la valencia y tipos de enlace en las series de los lantánidos y de los actinidos no necesita ser realizada. Esto no significa, por supuesto, que se estudie la totalidad de la Química Física antes de emprender la química fundamental de la Tabla Periódica. ¡No deseamos llevar a los estudiantes de química a que manejen la teoría de valencia de los orbitales moleculares sin conocer la solubilidad o el color del cloruro de plata! Yo abogo, no obstante, por una mejor ordenación e interrelación de la Química Inorgánica y Química Física en los cursos de Licenciatura, una interrelación como ya ha sido conseguida con gran éxito en este «College», por la Química Orgánica y Química Física. Aceptando esto, que un estudiante ha hecho un curso razonable del Bachillerato intermedio de Ciencias, o su equivalente, se sugiere que el centro de gravedad de la enseñanza de la Química Inorgánica se sitúe más hacia el final de la Licenciatura de lo que está actualmente en muchas Universidades. Temas tales como los carbonilos metálicos, actinidos, la química del estado sólido, los mecanismos de las reacciones inorgánicas y la química nuclear e isotópica se deberían tratar al final de los cursos; pero antes o a la vez, de que los estudiantes discutan los compuestos de la primitiva Tabla Periódica, deberían haber sido suficientemente informados sobre la teoría física para que pudieran explicar las estructuras y propiedades. Así, una introducción al aspecto cualitativo de la teoría moderna de la valencia, la estereoquímica, cristaloquímica y algunas nociones de termodinámica se deberían dar antes del tratamiento de la Tabla Periódica y no después de él. El profesor J. S. Anderson mantiene también ese punto de vista; dice:

«Mientras un mínimo de Química Inorgánica descriptiva es esencial para introducir las ideas de la Química Física, la Química Inorgánica no es realmente el objeto de un primer curso, sino que necesita ser considerada cuando el estu-



dante tiene un amplio conocimiento de la Química Física, y en particular de la Termodinámica» (8).

Establecer un equilibrio entre la materia de la Química Inorgánica descriptiva y la Química Inorgánica teórica será siempre un problema vigente en el profesor universitario. El método usual de presentar los hechos es dicurtirlos a través de la Química de los elementos como, por ejemplo, en el cobre, se estudia su estado natural, extracción, preparación y propiedades de los óxidos, haluros, etc. Este tipo de materia descriptiva debe ser enseñado, pero se sugiere que la discusión de un compuesto debe hacerse frente a una valoración continua de las siguientes preguntas: a) ¿Cuál es el estado de valencia y porqué? b) ¿Cuál es su número de coordinación y porqué? c) ¿Cuál es la estereoquímica (o estructura de la celdilla iónica) y porqué? Demasiado frecuentemente encontramos una discusión del ciclo de Bor-Haber en uno de los primeros capítulos de los libros de Química Inorgánica y poco o ningún uso se hace de él después. Así, por ejemplo, tan importante como señalar que el hierro forma el FeF_2 y FeF_3 , sería también realzar porqué el FeF es inestable. Esto requiere solamente la comprensión del primer principio de la termodinámica. Por este procedimiento los estudiantes, pueden esperar encontrar algunas razones para la variación de los números de coordinación, por ejemplo: porque el cobalto II es hexacovalente con el agua y tetracovalente con el ión cloruro. En lo que se refiere a los principios estereoquímicos son tan sencillos, que en una fase muy inicial los estudiantes pueden saber las razones que determinan las formas de moléculas tales como F_2O , ClF_3 , SeF_4 y PCl_5 . Hacia el final de los cursos de Química Inorgánica se discutirán el resto de las cuestiones de estabilidad termodinámica y mecanismos de reacción, con objeto de que los estudiantes puedan asimilar la materia.

Sin embargo, cuando consideramos los cursos prácticos es cuando tenemos mayor causa de preocupación. La mayoría de los estudiantes resumen sus cursos prácticos de Inorgánica como consistentes en un conjunto de sales desconocidas para ser analizadas cualitativamente, una sucesión de análisis sin interés y unas pocas preparaciones, si el tiempo lo permite. La aspiración de un curso de prácticas debería ser familiarizar a los estudiantes con el aspecto de las sustancias químicas, sus métodos de análisis, sus propiedades físicas y químicas y con las técnicas fundamentales de la Química Inorgánica. ¿Por qué entonces el análisis cualitativo ha ocupado una cantidad de tiempo desproporcionadamente grande del trabajo en las prácticas de Química Inorgánica? La respues-

(8) J. S. ANDERSON, *Proceedings of the Royal Australian Chemical Institute*, XXII (1955); p. 261.



ta reside, creo yo, en el desarrollo histórico de la Química Inorgánica. Hace cien años la materia estaba íntimamente relacionada con la metalurgia y una de las principales tareas de los químicos era la identificación cualitativa de los elementos en rocas y minerales y su determinación cuantitativa. Habiendo sido primitivamente una parte importante del curso de prácticas de Química Inorgánica, el análisis cualitativo de un número de iones metálicos particulares (9), ha adquirido desde entonces una posición consagrada. De lo que no existe duda es de que esa materia puede también ser un medio adecuado para la enseñanza de mucha Química Inorgánica —las técnicas simples de laboratorio, los colores y solubilidades de compuestos y algunos principios importante de Química Física—. Pero detengámonos en este punto y reconozcamos que con forzar a los estudiantes a analizar las mezclas más difíciles, que tienen poca o ninguna relación con los sistemas químicos que ordinariamente se presentan, se consigue bien poco haciéndoles adquirir una técnica del uso automático de —y frecuentemente a disgusto para— las tablas de separación. Los objetivos claramente diferenciados del análisis cualitativo como vehículo para el transporte de ideas sencillas de química, por una parte, y como un curso de identificación analítica de aspecto utilitario avanzado, por otra, se han confundido, desgraciadamente, a costa del interés del estudiante para la Química Inorgánica.

La importante finalidad del análisis cuantitativo ocupa su adecuado lugar en los cursos de Licenciatura, pero es necesario una ratificación más amplia de que el principal objetivo debe ser enseñar los principios de varias operaciones unitarias. Las sustancias a analizar deberían elegirse para aplicar *la técnica* que se está explicando, mejor que como una ilustración de *tipos* de compuestos. Demasiado frecuentemente los estudiantes se ven obligados a analizar muchas aleaciones diferentes, rocas, minerales, etc. por métodos basados en principios muy semejantes a los aprendidos, pues todas las muestras están en solución.

No obstante, es una cuestión que debe ser hecha a conciencia. En el campo orgánico, los métodos analíticos son «standard», salvo en casos raros. Para el investigador de compuestos inorgánicos, sin embargo, un compuesto nuevo o una mezcla de sustancias implica usualmente una investigación menor para encontrar un método adecuado de análisis. Frecuentemente, se encuentra con que su problema particular no había sido investigado antes. Por lo tanto, las experiencias amplias del análisis de diferentes sustancias «standard» es de menor valor que una buena técnica de separación de los elementos de manera cuantitativa y determina-

(9) Así, en las tablas «clásicas» de separación, el cobalto tiene una posición de honor mientras que no figura el titanio, a pesar del hecho de que actualmente los compuestos de este último se usan mucho más ampliamente en la industria.



ción de cada uno de ellos. Esto impone la importancia de una buena formación en las técnicas inorgánicas y en las operaciones unitarias de análisis cuantitativo.

Yo creo que de esta forma damos al estudiante más tiempo para adquirir esas técnicas de Química Inorgánica, como por ejemplo, el manejo de sustancias en ausencia de aire o de humedad, la manipulación de sustancias gaseosas y reacciones implicando bajas o altas temperaturas. Finalmente, estoy convencido de que de acuerdo con el nuevo sentido de los fines de la Química Inorgánica, se le darían al graduado mayores oportunidades para preparar compuestos, establecer su pureza por análisis e investigar por técnicas físicas y químicas tantas de sus propiedades como sea capaz. Esto significa que, efectivamente, expondremos la totalidad de la Química moderna y creo que, por lo tanto, durante la Licenciatura, podremos desarrollar un entusiasmo genuino hacia esta materia.

LAS ESCUELAS

Finalmente, debo tratar de una cuestión aparentemente ajena a nuestro fin pero de una gran significación para todo lo que nosotros deseamos hacer en la Universidad. La Química es, o debería ser, enseñada en los Institutos en dos niveles. En los primeros años es, o debería ser, parte de un tratamiento general de enseñanzas científicas, de forma que llenara la finalidad formativa en su más amplio sentido. Consideramos la educación como un esfuerzo para conseguir una vida completa —con la importancia de la proyección exterior y el desarrollo de la personalidad individual—. En el mundo moderno, puesto que está influenciado enteramente por la ciencia en general y la Química en particular, es esencial que cualquier intento para conseguir una vida plena deberá implicar algún conocimiento de las ciencias en su forma simple. Por esto quiero dar alguna idea del espíritu y el método de la ciencia, alguna de sus conquistas y de los hombres que las consiguieron; y algunos de los hechos de la ciencia en la vida diaria. Como mero ejemplo, sugiero que para un hombre que se considere a él mismo como educado, miembro responsable, socialmente, de una sociedad, debería reconocer que, por lo menos es tan importante estar familiarizado con las razones por las que quemar el carbón en hogar abierto en las grandes ciudades es una amenaza para sus vecinos, como conocer el significado de un pentámetro iámbico. En las fases superiores, en el Instituto, la Química toma una dirección más definida, se convierte en una disciplina y, como tal, su enseñanza debería animar al estudiante a desarrollar sus facultades a una extensión



completa. Aquí, como durante la Licenciatura, sin embargo, debe reconocerse que mientras los hechos son la sustancia de la Química y deben ser enseñados a los estudiante, la tendencia debería ser en todo momento hacer hincapié en los principios que constituyen esta ciencia. Se necesita un contacto mucho más frecuente y profundo entre el profesorado universitario y el de los Institutos, sobre esta cuestión y otras con ellas relacionadas. Es presuntuoso para un profesor universitario intentar decirle a uno de Instituto *como* debe enseñar su materia, pero es esencial para él guiar al profesor de Instituto a través de los recientes desarrollos, tanto teóricos como experimentales, en su disciplina. En particular, puede señalar las limitaciones de las teorías en curso e indicar la extensión y su difusión en los cursos de Bachillerato. Cualquier cambio en el contenido de los cursos de Bachillerato debe ser materia de larga discusión, pero creo que mucha de la materia meramente descriptiva, que están obligados a estudiar los estudiantes, podría eliminarse sin ningún perjuicio y reemplazarse por una cantidad creciente de Química Física y principios fundamentales. Nuestros períodos de Bachillerato están aplastados con memorias que es necesario aprender de cabo a rabo sobre procesos metalúrgicos para extracción de metales, mientras que los principios generales de tales procesos tienden a perderse en una masa de hechos sin relieve. El único camino seguro para decidir lo que se debe *incluir* y lo que se debe *eliminar* es, seguramente, contrastarlo mediante una mayor discusión entre profesores de Universidad y profesores de Instituto. Los primeros están más capacitados para indicar la importancia relativa de las distintas teorías y de los hechos, mientras que los últimos conocen mejor lo que puede ser asignado al nivel del Instituto.

Pero debo acabar con una nota sombría. No cumpliría con mi deber en esta conferencia inaugural, sino me uniese a mis colegas en hacer hincapié sobre los serios efectos de la dificultad ininterrumpidamente creciente para reclutar buenos profesores de Química. Quizá una dificultad tan seria como la de conseguir hombres y mujeres que enseñen la Química es el hecho de que la calidad de los licenciados en Química que pasan a la enseñanza está declinando en relación a la de los profesores de otras materias. Esto debe conducir, inevitablemente, a que los profesores de materias más espectaculares tengan una mayor influencia sobre los alumnos más brillantes, aun pensando que esto sea un acto completamente inconsciente, lo que provoca una mayor decadencia en los alumnos de Química, nosotros no solamente necesitamos más profesores de ciencia sino profesores de *mejor* ciencia. Yo creo que los hombres buenos irán a la enseñanza en los Institutos y que, análogamente a sus alumnos, también necesitan algo de lo que los educadores ensalzan rectamente como de gran importancia —la oportunidad de expresar su personali-

dad individual—. Dad a los profesores una mayor libertad para desarrollar sus propias ideas, como en las Universidades, y dadles un sistema financiero adecuado a sus responsabilidades sociales. Entonces, creo yo, habremos tomado el camino adecuado para resolver el problema de la carencia de profesores de ciencias.

SECCION BIBLIOGRAFICA

REACTIVOS QUIMICOS.—Normas de pureza-1955, de la American Chemical Society.—«Ediciones Probus», Badalona, 1957, 441 págs.

La normalización de toda clase de materias ha sido paso inevitable para el perfeccionamiento y establecimiento del adecuado criterio en su valoración, no sólo en el aspecto económico sino el de su campo de aplicación.

Estados Unidos, Alemania e Inglaterra han ido estableciendo las normas A.S.T.M., las D I N y las A.C.S. hoy ya muy difundidas entre nuestros elementos técnicos, aunque quizá no tanto como fuera de desear: Sin embargo, para el Químico existen unas normas todavía más interesantes y específicas que las antes mencionadas, nos referimos a las de Reactivos Químicos, publicadas por la American Chemical Society. Como es sabido, estas normas nos señalan no sólo unos límites para los contenidos de impurezas de los reactivos más frecuentemente usados en los análisis químico, sino también la forma precisa de determinar dichos contenidos de impurezas.

Esta cuestión es de la mayor importancia y su olvido causa de no pocos fracasos y de grandes pérdidas de tiempo. Y, además de creciente interés, a medida que el perfeccionamiento de los aparatos de análisis químico y la popularidad que van adquiriendo exigen, por la precisión y sensibilidad de los dispositivos, un mayor rigor en el control de las soluciones patrón.

El químico necesita conocer, con precisión, las características de los reactivos que maneja, de lo contrario, frecuentemente, se sitúa en el terreno de la contradicción de gran sensibilidad en el dispositivo de medida y mucho mayor error en el dato que le ha de servir de referencia.

El Sr. Busquets había realizado ya la recopilación y la traducción de los trabajos aparecidos en el «Industrial Engineering Chemistry», en 1941 y 1948, extraordinariamente difundidas entre los químicos españoles. La que hoy ocupa nuestra atención, supera extraordinariamente a todas las anteriores, puesto que es la traducción completa de la segunda edición del libro de la American Chemical Society, y no sólo por su gran extensión, sino por su presentación, verdadero alarde tipográfico y de extraordinario gusto en todos sus detalles, por lo que, sinceramente, felicitamos al editor y traductor.



También es motivo de satisfacción el reconocimiento expresado por el Sr. Busquets a sus dos colaboradores universitarios, Sres. Riesgo y Palazón, sobre todo si se tiene en cuenta que este último fué destacado alumno de nuestra Facultad.

J. U.

Kurt Joaquim Fischer.—NIEHANS, MEDICO DEL PAPA.—(Wilhelm Andermann Verlag. Munich-Viena). Trad. del alemán, por **Carmen Manzanares** (Col. «Vita et mores». Edt. Alhambra, Madrid, 1957, 1.ª ed.).

He aquí un libro interesante. Con la dosis de indiscreción precisa para hacer atractiva una obra literaria y proporcionarle éxito editorial. Desde el título.

Se trata de la biografía del médico suizo doctor Paul Niehans, hombre proteico : teólogo protestante, endocrinólogo, cirujano; teniente de infantería del ejército helvético, adalid de la Cruz Roja, profesional voluntario neutral en las guerras europeas (adscrito a los servicios de Tixier en Lyon y, después, en los frentes austriacos durante la del 14-18 ó defensor de los internados en campos de concentración durante la última contienda) y, por último, descubridor de un nuevo procedimiento terapéutico, la «citoterapia», y *médico del Papa*.

El autor de este relato, escrito con estilo periodístico ágil y superficial, pretende hacer la apología del carácter y de la rectitud de su protagonista y divulgar las honradas intenciones y los móviles de pura ayuda a los enfermos en los que se inspira. No intenta la exposición crítica de las técnicas de la «citoterapia» aunque aluda a sus fundamentos, indicaciones y modo de aplicación. La obra posee más valor anecdótico que científico-médico.

La vigorosa personalidad del doctor Niehans aparece dotada de férrea voluntad. Las dificultades lo estimulan. Le sobra tesón para llevar adelante sus propósitos, por imposibles que parezcan, sean cualesquiera los obstáculos que haya de vencer. A estas cualidades se agrega un elevado altruísmo que no le permite vivir sin conmoverse ante los sufrimientos ajenos y le empuja a auxiliar al prójimo. Es fácil comprender qué género de consagración ha dedicado al ejercicio de la medicina y el fanatismo con que defiende y perfecciona una terapéutica capaz de resolver muchos problemas patológicos, de acuerdo con su experiencia.

El biógrafo comenta extensamente la polémica acerca de la primacía en el uso de los tratamientos por células entre el profesor Bauer y el doctor Niehans y destaca la actitud elegante y generosa, aunque dolido, de éste y dedica, además, amplios capítulos, donde campea la más acentuada ironía muchas veces, a la postura de recelo—justificado y prudente—de la que denomina Medicina ortodoxa frente a la «citoterapia», pugna, por lo demás, no inédita y común, al contrario, en la historia de casi todas las invenciones. Llama la atención, sin embargo, el rigor inflexible de los criterios académicos, exagerado sin duda a propósito, en contraste con la libertad de juicio de nuestros medios culturales y universitarios.

La «citoterapia», igual que gran número de tratamientos médicos, es un proceder empírico. Nació de la intuición avivada por la urgencia. El doctor



Niehans, especializado en cirugía de injertos de glándulas, ante un caso de tetania por lesión de las pequeñas glándulas paratiroides—reguladoras del metabolismo del calcio—que no podía operarse por su extremada gravedad, tuvo la momentánea inspiración de inyectar a la enferma una papilla de células de dichas glándulas y observó, con estupor, como cedían los síntomas, produciéndose la curación. Esta casualidad abrió un camino nuevo delante de él. Desde entonces, aunque sin renunciar a la práctica quirúrgica, se ha dedicado a ampliar y extender la que llama «cirugía sin bisturí».

La «citoterapia» o «tratamiento por las células», consiste en proporcionar al organismo el estímulo necesario de determinadas funciones, secretoras principalmente, gracias a la inyección de células de órganos de misión similar a la disminuida, en particular estructuras glandulares de secreción interna, como el tiroides, timo, hipófisis, etc. o de otros cuerpos capaces de originar estímulos idénticos, como corazón, bazo, hígado, etc. Las células que se inyectan han de proceder de animales jóvenes o nonnatos, los cuales poseen, según Niehans, la máxima fuerza estimulante o la mayor riqueza de productos «biocatalizadores», si son de los de «sangre caliente», circunstancia a la que concede principalísima atención. Aprovecha, además, la extraordinaria actividad regenerativa, proliferante e inmunitaria de los tejidos embrionarios o muy poco diferenciados, como la placenta por ejemplo, para aplicarla a tales fines.

La «citoterapia» busca sus fundamentos, primero, en la *patología celular* de Virchow, de conformidad con la cual toda enfermedad patentiza la afección de un órgano o sistema que es, a su vez, consecuencia de procesos patológicos de las células que lo integran, concepto anatomopatológico exclusivo superado actualmente; segundo, en las experiencias de *supervivencia celular* de Alexis Carrel, quien logró cultivar indefinidamente células vivas en medios nutricios apropiados y evitó la degeneración de las mismas añadiéndoles células jóvenes; tercero, en las *ventajas de los injertos de glándulas sobre el suministro de hormonas*, cuando al organismo le faltan éstas, en mayor o menor proporción, pues las aportaciones de substancias sustitutivas acaban por anular el resto de producción de los tejidos incretores enfermos, y, cuarto, en la *homología* de las acciones curativas, formuladas por el aforismo de Paracelso, «*similia similibus curantur*».

La «citoterapia» se aplicó, inicialmente, mediante la inyección de células *frescas*, método incómodo pues entre el sacrificio del animal suministrador y la inyección al paciente no puede mediar mucho tiempo; más tarde, se intentó con células *cultivadas*, sin resultado, ya por pérdida de actividad, ya por el uso ineludible de compuestos químicos que garantizaran la conservación del cultivo, y, por último, mediante células *desechadas* al vacío que, en el momento de inyectarse, se suspenden en solución salina; técnica actual, según parece, de favorable resultado.

Constituyen indicaciones de la «citoterapia» los estados de disminución de actividad de glándulas de secreción interna o los trastronos de éstas, enanismo, modificaciones de las funciones sexuales, etc.; ciertas formas de enfermedades degenerativas, insuficiencia hepática, cardíaca y algunas anemias; los síntomas de esclerosis senil, la propia vejez, el insomnio, etc. v. como una hipótesis lejana ligada a sugestivas especulaciones del doctor Niehans sobre el ciclo de estímulos para el desarrollo del individuo, no desprovistas de atractivo teórico, aunque sin comprobación evidente, el cáncer, aunque se refiera esta faceta terapéutica de la «citoterapia» con laudable cautela.

Una objeción grave, sobre la que pasa como sobre ascuas el doctor Niehans, es la de la alergia, es decir, la facultad de reaccionar defensivamente que el organismo posee frente a la administración de cuerpos extraños y gracias a la cual aquél forma anticuerpos destinados a destruir a éstos; reconoce, no obstante, que las células inyectadas desaparecen y lo que persiste es el estímulo producido por ellas. Gran número de injertos quirúrgicos practicados con éxito podrían oponerse a aquella objeción. No obstante, las posibilidades que se vislumbran respecto al empleo terapéutico de los enzimas, hoy, autoriza a aceptar los principios de Paul Niehans con perspectivas teóricas positivas; él insiste en que su «citoterapia» no es más que el comienzo de un camino, quizás largo y no exento de riesgos de desorientación.

El doctor Niehans fué llamado a la cabecera de Pío XII para ayudar al Papa a vencer su postración senil y el agotamiento físico por fatiga que padecía y para tratar, también, el insomnio del Pontífice a consecuencia de aquel estado. Por esta razón intervino, casi circunstancialmente, junto al arquiatra pontificio, doctor Galeazzi-Lisi, el cirujano consultor, profesor Paolucci y otros médicos, en la gravísima crisis de S. S. del año 1954, durante la cual el Santo Padre estuvo en serio peligro de muerte. Antes bien que *médico del Papa*, cargo del cual no ha dimitido nunca el médico de cámara doctor Galeazzi-Lisi, fué uno de los médicos que visitaron al Papa. La discusión, más o menos pública y más o menos apasionada, que provocó el proceder del doctor Niehans y sus inyecciones de células al augusto enfermo, sólo se alude en este libro, donde el médico suizo parece ajeno a todo afán publicitario y contrariado por él si, involuntariamente, lo desencadena. Si se atribuye la salvación de vida tan importante y su decisiva recuperación, lo hace muy discretamente y sin jactancia.

Paul Niehans expresa su admiración hacia la figura de Pío XII y le reconoce las maravillosas virtudes humanas que han fascinado a cuantos tratan al Papa, aunque quizás la versión de algunas de las conversaciones sostenidas con el Pontífice no pueda reputarse excesivamente fiel; tampoco podría resultar escrupulosamente fidedigna después de atravesar los tamices de varios intérpretes.

Traducción correcta, salvando el forcejeo con los vocablos técnicos y la inevitable salpicadura de extranjerismo, que hacen demasiado oscuros para los profanos, a quienes se destina, algunos pasajes de la biografía de Niehans.

Jesús Quezada