

# LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA EN GRADO MEDIO

Representaron a España  
los Catedráticos Doña  
Cándida Uriel Díez y  
D. Andrés León Maroto

El Seminario Internacional de Greystones (Irlanda) estudia su modernización, teniendo en cuenta los nuevos conocimientos sobre el átomo

Objetivos metodológicos: 1) Atender primordialmente las nociones básicas sin descuidar los trabajos prácticos. 2) Hacer que los principios fundamentales contribuyan a la formación intelectual del  
----- alumno -----

*A fines de febrero tuvieron lugar en Greystones, pequeña localidad próxima a Dublín (Irlanda), una Reunión de profesores de Química, con el fin de revisar la enseñanza de esta ciencia en su Grado medio.*

*La Reunión estaba patrocinada por la O. E. C. E., y España como miembro de dicha organización fue invitada para enviar dos profesores.*

*La Dirección General de Enseñanza Media designó con este objeto a la Srta. Cándida Uriel Díez y a D. Andrés León Maroto, quienes participaron activamente en los coloquios de Greystones, siendo aprobada por unanimidad una proposición del Dr. León para que el primer curso de Química, dada su naturaleza experimental, se presente a los alumnos a base de experimentos, a ser posible hechos por ellos mismos bajo la dirección del Profesor, sin utilizar libro de texto alguno, sino un cuaderno en el que escribieran las experiencias realizadas y las leyes a que éstas habían conducido. Sobre los fines, organización, desarrollo de las sesiones, importancia de los temas desarrollados y conclusiones del Seminario de Greystones nos informan ampliamente tanto la Srta. Uriel como el Dr. León en dos interesantes trabajos, en los que recogen sus impresiones sobre la Reunión, apuntando las aplicaciones que para la enseñanza de la Química en España puedan deducirse de lo en ella tratado. Como introducción, transcribimos los informes oficiales de los tres grupos del Seminario con los acuerdos transmitidos a la O. E. C. E.*

*Estos documentos constituyen, sin duda, una información importantísima para darnos cuenta del pensamiento de la mayoría de nuestros colegas europeos y americanos en cuanto a la enseñanza de la Química en su Grado medio.*

## INFORMES Y ACUERDOS OFICIALES

### SESION DE ESTUDIOS DE GREYSTONES SOBRE LAS CONDICIONES Y LA EVOLUCION DE LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA.—PROYECTO STP N.º 11.— INFORMES DE LOS GRUPOS DE TRABAJO

DESPUÉS de la presentación de las memorias inscritas en el programa, no se ha considerado posible repartir el trabajo de la sesión de estudios entre los diferentes grupos, ni con arreglo a la edad de los alumnos, ni con arreglo a las subdivisiones tradicionales de la Química. Los participantes han opinado, de común acuerdo, que la influencia de los cursos preparatorios sobre los programas más avanzados, excluía la posibilidad de estudiar éstos por separado y que en razón del enlace que ha de ser mantenido entre las secciones de los cursos de Química era contrario al espíritu de la sesión de estudios repartirlos entre los grupos de trabajo.

Actualmente los participantes en el Seminario se han dividido en tres grupos y cada uno de ellos ha estudiado la revisión del programa general de Química enseñado en los establecimientos de Enseñanza secundaria. Para mayor comodidad, los informes han sido presentados en dos partes, correspondientes, respectivamente, a los cursos dados a los alumnos de catorce a dieciséis años y a los de dieciséis a dieciocho años. Se ha tratado de proporcionar una base general que pudiera ser adaptada por cada país a las necesidades y a las condiciones de su sistema de enseñanza.

Los participantes en el Seminario estiman que los informes de los tres grupos no difieren en cuanto al fondo, pero presentan tres aspectos diferentes de la enseñanza de los principios de la Química a los alumnos de las Escuelas de Segunda enseñanza. El informe del grupo I es la representación más clara de la opinión de los participantes en cuanto al método general de enseñanza, y los detalles que figuran en los otros informes deben ser interpretados y aplicados estrictamente según el espíritu del informe número 1.

### INFORME DEL GRUPO I

*Profesor J. A. Campbell (Estados Unidos)*  
*Profesor I. Lindqvist (Suecia)*

#### INTRODUCCION

Hemos concebido los cursos de Química para alumnos de catorce a dieciocho años en forma de una serie susceptible de ser dividida en varias partes, cada una de las cuales puede servir de introducción al conjunto. Estas sugerencias no representan más que un programa mínimo.

Si el programa esbozado para el primer grupo, de edad de catorce a dieciséis años es demasiado corto para el tiempo de que se dispone, reco-

mendamos añadir al mismo una parte del programa previsto para el grupo de diecisiete a dieciocho años de edad. El reparto en el tiempo puede ser muy elástico, consecuente con el número y la naturaleza de los sistemas estudiados a título de ejemplos.

Hemos tratado de resumir las ideas principales que tienen importancia a largo plazo para los alumnos, así como la manera de tratarlas.

## CURSOS PARA ALUMNOS DE 14 A 16 AÑOS

Un curso de introducción debe estar orientado, esencialmente, a familiarizar a los alumnos con las principales nociones químicas aplicables a sistemas que conozcan o que hayan de encontrar ulteriormente, a proporcionar una base experimental para la comprensión de los fenómenos químicos y a indicar la orientación general del desarrollo de la Química. La preparación para estudios ulteriores no es más que un objetivo secundario. Se debe insistir en la observación y reducir al mínimo las definiciones formales.

El curso debe comenzar por el estudio de cuerpos y de procesos que el alumno conoce, pero que no comprende. No hay que olvidar que ha oído hablar de átomos y que cree que los cuerpos están constituidos por éstos. Desde un principio se insistirá en el hecho de que los átomos son pequeños y que tienen un tamaño y una masa. Se hará comprender a los muchachos que los átomos tienen una estructura interna cuyo estudio será emprendido más tarde.

Somos partidarios de utilizar desde un principio la noción de átomos y pensamos que, para enseñarla, es preciso emplear otros métodos que no sean el razonamiento inductivo de Dalton.

El empleo de modelos espaciales permite ilustrar rápidamente las principales nociones relativas a los átomos: dimensión, disposición de los elementos constituyentes, formación de los cuerpos a partir de los átomos. Los modelos no dan idea de la pequeñez de los átomos, cosa que se tratará de enseñar por otros procedimientos.

Se pueden sacar numerosos ejemplos de la vida corriente, de experimentos de laboratorio y de ejemplares bien elegidos, haciendo resaltar su valor. Los procesos que siguen sólo son expuestos para mostrar los puntos sobre los cuales se puede insistir y van de lo sencillo a lo complejo.

a) Un fuego (lumbre) de cok es una reacción de superficie en la cual un gas (el oxígeno del aire) reacciona con un sólido (el carbono casi puro) para formar un gas (el anhídrico carbónico). Los alumnos pueden, gracias a experimentos apropiados, observar la necesidad de poner en contacto los cuerpos que entran en la reacción, el efecto que se obtiene haciendo variar el aflujo de aire, la eliminación de los productos de la combustión, el aporte de calor al comienzo y la conservación de una cierta cantidad de calor posteriormente, el efecto refrigerante de los gases inertes contenidos en el aire. De este experimento pueden obtenerse también conclusiones más amplias. Es fácil construir los modelos atómicos y moleculares correspondientes y darse cuenta de los mismos.

b) Puede utilizarse después la *llama de un mechero Bunsen* para hacer variar la concentración de los cuerpos que toman parte en la reacción. Se debe formar carbono cuando hay déficit de aire pero no cuando hay exceso de aire. En todos los casos, hay producción de agua. La energía es, igualmente, un producto importante de la combustión. Aquí se puede introducir la noción de la conservación de los átomos y empezar a emplear las ecuaciones químicas.

c) El sistema *cobre-azufre* puede servir para enseñar la conservación de la masa. Es también un buen ejemplo de reacción lenta entre dos sólidos, que se hace rápida cuando el azufre está líquido o gaseoso. Puede ser comparada con las reacciones anteriores.

d) *El sistema azufre (cristalizado-azufre líquido-azufre elástico)* introducen la noción de correlación entre las propiedades y la estructura.

e) *El caucho y el nylon no estirados* pueden servir para una ampliación lógica de las ideas de estructura a sistemas de gran interés práctico para todos los alumnos.

En este momento se han introducido las nociones de reacciones químicas, variaciones de energía, conservación de los átomos y de la masa (posiblemente la de la conservación de la energía), sistemas cristalinos, gaseosos, líquidos y plásticos, ecuaciones químicas y algunas ideas sencillas acerca de la estructura.

Entonces se puede comenzar a manipular y a medir sistemas gaseosos simpleh. Se puede preparar el oxígeno a partir de  $H_2O_2$ , de  $KMnO_4$  o de  $MnO_2$ . Se ha insistido sobre el hecho de que puede ser muy peligroso utilizar el  $KClO_4$ . La fuente de oxígeno más empleada en la práctica es la botella de oxígeno comprimido, que puede ser cómodamente utilizada cada vez que tan sólo se necesite una pequeña cantidad de gas.

La noción de peso atómico y sus relaciones con la composición química se deducen lógicamente del empleo de los modelos moleculares y pueden servir de base para la interpretación de uno o dos experimentos de gravimetría. No es necesario introducir las equivalencias de masa, puesto que, según los modelos, es evidente la idea de que los átomos no se combinan uno a uno, necesariamente. La noción de peso atómico será deducida de la Física, mejor que de las leyes de Dalton o de otros datos gravimétricos. Los principiantes interpretan fácilmente las cifras fundadas en la estructura de los cristales que muestran la proximidad de ciertos átomos y el alejamiento, más importante, que separa otros; estos resultados pueden ser utilizados en lugar de los volúmenes gaseosos que entran en combinación y de los datos acerca del peso molecular, para llegar finalmente a las fórmulas moleculares.

Es importante que el alumno comprenda las relaciones ponderales y sus correlaciones con las fórmulas y las ecuaciones químicas. El aspecto cuantitativo es extremadamente importante en la Ciencia; los pesos y su significación son datos esenciales para la comprensión de la Química experimental. La noción de ión puede ser introducida estudiando la electrólisis de cuerpos fundidos o de soluciones.

Durante todo el curso se procederá simultáneamente por inducción y por deducción; en materia de ciencia estos dos métodos contribuyen en una gran medida a la comprensión y a los descubrimientos.

#### CURSO DE QUÍMICA PARA ALUMNOS DE 16 A 18 AÑOS

No hemos establecido un programa completo sino que hemos tratado de hacer resaltar un cierto número de casos, en los que es posible y deseable, perfeccionar los cursos dados actualmente en la mayoría de los países.

#### VALENCIA, NATURALEZA DEL ENLACE QUÍMICO, ESTRUCTURA

Estas tres nociones son ya enseñadas, en general, por lo menos en cierta medida, en la mayoría de los países, pero es bastante raro que se presente un cuadro coherente de estos conceptos y de las relaciones que los unen. Este estudio debe estar basado en las teorías modernas referentes a la estructura electrónica de los átomos. Se comprende que es fácil explicar la valencia en función del sistema periódico, pero una comprensión más profunda exige el conocimiento de la teoría electrónica, por lo menos, hasta el estudio de los niveles de energía. La cuestión de saber si han de distinguirse los electrones orbitales *s* y *p* es de importancia secundaria. En tanto que posible, se introducirá la noción de potencial de ionización y, en todo caso, los alumnos deben saber, al menos, que el sodio *no tiene* tendencia a formar iones de sodio sino que, por el contrario, para ello es preciso proporcionarle energía.

Para explicar la naturaleza del enlace químico lo mejor es empezar por algunos casos típicos, como el cloruro de sodio, el diamante y el cobre. El estudio de las propiedades físicas y de la estructura de estos cuerpos enseña que los enlaces iónico, covalente y metálico, son fuertes en comparaciones con los enlaces de Van der Waals. Para introducir esta última cuestión lo mejor es estudiar las propiedades físicas de los cuerpos con estructura, bien molecular o monoatómica.

Es fácil explicar la naturaleza del enlace iónico en términos de las interacciones de Coulomb; se introducirá la noción de energía de la red, por lo menos, en la medida que es posible estudiar la importancia de las cargas y las dimensiones de los iones. Al nivel de la Enseñanza media es mucho más difícil dar una idea de la naturaleza de los enlaces covalente y metálico. Se puede insistir en el hecho de que el estudio del enlace químico conduce siempre a descubrir una distancia interatómica inferior a la que podría preverse a partir de los átomos libres, lo que, evidentemente, aproxima el enlace químico a los aspectos estructurales. Corresponde a cada país y a cada sistema pedagógico decidir el punto hasta donde la enseñanza deba sobrepasar estos conocimientos. Se puede oponer el igual reparto de los electrones en el enlace covalente al traspaso completo de electrones en un compuesto iónico ideal; es fácil hacer comprender que el caso del enlace polar es intermedio. El examen de este último tipo de enlace debe desempeñar un papel muy importante en la enseñanza de la Química y para ello pueden ser empleados diversos métodos. Las generalizaciones fundadas en

la idea de que el enlace polar es un enlace iónico deformado pueden ser muy útiles, si el profesor comprende bien las limitaciones de este método. Otra manera de proceder consiste en introducir la noción de electronegatividad y ensayar realmente la aplicación de esta noción al estudio de las reacciones químicas.

Para comprender la Química es muy importante tener un buen conocimiento de los compuestos y de los elementos. No basta una exposición puramente sistemática; es preciso basarse en la teoría atómica, la valencia y la naturaleza del enlace químico. Si uno se limita a considerar los efectos globales estructurales, no es necesario introducir los electrones orbitales y la hibridación. Bastará enseñar con un cuadro muy sencillo que hay tendencia al establecimiento de enlaces simétricos y que los electrones tienden a disponerse en parejas en torno a los átomos, en las moléculas y los cristales, aun en el caso de que haya propósito de intensificar la enseñanza posteriormente. En la Química orgánica, en particular, parece preferible introducir la hibridación  $Sp^2$ ,  $Sp^3$  y  $Sp$ ; y lo mismo en lo referente al estudio de los enlaces múltiples y los conjugados. Es importante hacer notar que la estructura puede variar según el estado de agregación ( $PCl_5$ ,  $NH_4Cl$ , etc.).

El punto más importante no es saber cómo y en qué medida serán enseñadas estas teorías; lo esencial es servirse realmente de ellas para establecer las correlaciones entre los hechos y para estudiar las reacciones químicas. Creemos que en las escuelas europeas queda mucho por hacer desde este punto de vista.

### QUÍMICA GENERAL

*Ley de la acción de las masas.* Para saber en qué medida hay que estudiar la Química general en el nivel de la Enseñanza media, puede recurrirse a la regla enunciada anteriormente y que sigue siendo válida: las teorías sólo deben ser expuestas en la medida en que sean efectivamente aplicadas al estudio de las reacciones químicas realizadas en los trabajos prácticos.

Por tanto, es de primordial importancia realizar experimentos realmente instructivos y sugerimos que la O. E. C. E. apadrine la preparación de un Manual conteniendo experimentos seleccionados.

Según nuestra opinión, se debe insistir sobre todo en la ley de la acción de las masas que permite estudiar todas las reacciones de equilibrio. Todos los alumnos deben aprender a discutir, de este modo, un equilibrio químico cualquiera y deben tener alguna experiencia de la aplicación cuantitativa en uno o varios de los siguientes campos: equilibrio ácido-base, formación de complejos, solubilidad, fenómenos de oxidación-reducción. Este principio es más importante que la elección del concepto ácido-base o la exposición del fenómeno de equilibrio en la oxidación-reducción.

La ley de la acción de las masas puede ser deducida de la observación o de consideraciones sobre la cinética química; si se emplea este último método se deducirá la ley de un sistema al cual se aplique la teoría cinética (por ejemplo, HI).

*Mecanismo de las reacciones.* Al nivel de la Enseñanza media, este tema no es tratado, por regla general. Sin embargo, nociones tan importantes

como la catálisis y la actividad de las enzimas quedan en el aire si los alumnos no comprenden hasta qué punto puede ser complicado el mecanismo de una reacción. Por tanto, se hablará de uno o dos ejemplos.

La *termoquímica*, bien entendido, debe formar parte del programa, por lo menos en forma cualitativa, fundada en los fenómenos térmicos observados en las reacciones químicas. Asimismo las consideraciones energéticas no deben ser despreciadas. En algunas escuelas se podrían hacer demostraciones cuantitativas sencillas, por ejemplo, sobre el calor de neutralización.

La *electroquímica*, en todas sus formas, debe ocupar un lugar esencial en la enseñanza. La serie de las fuerzas electromotrices debe ser discutida en estrecha relación con numerosos experimentos referentes, por ejemplo, a la corrosión. Las irregularidades de la serie exigen que se explique la hidratación de los iones. Si se enseña experimentalmente la sobretensión del hidrógeno, se estudiará esta noción y podrá ser puesta en relación con el estudio de los mecanismos de las reacciones.

Estos capítulos de la Química general nos parecen esenciales; en cambio, hoy en día se podría insistir menos sobre cuestiones como las leyes de los gases y sus aplicaciones a la Química o el estudio de las propiedades osmóticas. No obstante, podrían conservarse en el programa algunos experimentos sencillos.

Para la enseñanza de la *Radioquímica*, las escuelas europeas se encuentran aún con grandes dificultades experimentales, pero los alumnos deben, por lo menos, haber oído hablar de la utilización de los isótopos radiactivos.

Los cambios de iones son tan importantes que su empleo debe ser muy familiar a los alumnos. Al principio se pueden tomar como ejemplos sales simples y más tarde, en Química orgánica, se pueden estudiar las resinas sintéticas.

La noción de ácido-base no es muy importante, pero se opina, en general, que la definición de Brönsted tiene grandes ventajas didácticas.

Se ha hecho observar que al comienzo de la Química orgánica es preciso poner la noción de valencia, la naturaleza del enlace químico y la estructura. Deben estudiarse los enlaces simples, dobles y triples y, si es posible, los enlaces conjugados, por ejemplo, en el caso del isopreno. Se tratará, por lo menos de una manera elemental, de las relaciones entre la estructura y las propiedades químicas en el caso de los compuestos aromáticos. Se insistirá mucho más sobre los diferentes grupos funcionales y los métodos experimentales que permiten determinar las estructuras orgánicas, que sobre las colecciones de hechos concernientes a un gran número de compuestos de cada clase. Se cuidará de dar una idea de los métodos modernos de síntesis, incluyendo nociones como las de condensación y polimerización y, si posible, se explicará la isomería geométrica y óptica.

En relación con el tema, se podrían suprimir en los cursos de Química mineral numerosos hechos que en ellos figuran actualmente. La enumeración de compuestos que no son estudiados en el laboratorio no hace que los alumnos se interesen por la Química.

Igualmente serán citados algunos compuestos orgánicos más complicados, con el fin de dar a los alumnos nociones de los diferentes tipos de macromoléculas, cuestión muy importante.

\* \* \*

No nos hemos ocupado mucho de la enseñanza de la Química aplicada, pero conviene señalar que, en la mayor parte de los países, sólo la Química puede impartir el conocimiento de ciertos materiales importantes, de sus propiedades y de sus aplicaciones. Esta enseñanza debe ser tenida al día, siguiendo los progresos de la Ciencia y los Manuales deben ser revisados con frecuencia desde este punto de vista. Entre los numerosos procesos técnicos posibles, serán elegidos aquellos que puedan ser puestos directamente en relación con los principios generales de la Química, insistiendo especialmente sobre las industrias nacionales. Los detalles técnicos serán dejados a un lado.

## INFORME DEL GRUPO II

### RECOMENDACIONES REFERENTES A LA ENSEÑANZA DE LA QUIMICA A LOS MUCHACHOS DE 14 A 16 Y DE 16 A 18 AÑOS

*PRESIDENTES: M. K. Grob (Suiza)*

*Profesor A. Liberti (Italia)*

Como la organización de la enseñanza varía de un país a otro, el curso elemental debe ser considerado como instrucción a un curso más completo en las clases superiores de la Enseñanza media.

#### I. ENSEÑANZA ELEMENTAL.

La enseñanza elemental de la Química debe consistir, principalmente, en algunos experimentos que deben ser efectuados de manera que los alumnos se interesen en la constitución y propiedades de la materia.

Las cuestiones a tratar son las siguientes:

- 1) Diferentes clases de materia; cuerpos puros y mezclas.
- 2) Modificaciones físicas de los cuerpos puros y de las mezclas: destilación, cristalización, fusión, sublimación.
- 3) Modificaciones químicas: combustión, descomposición, propiedades de las llamas.
- 4) Temas especiales: solubilidad, difusión, ósmosis, comportamiento de los metales y otros cuerpos. Estos temas deben ser elegidos de acuerdo con el número de horas de que se disponga, de manera que ayuden a la comprensión de las demás ciencias.

La noción de átomo podría ser presentada considerándolo como la partícula más pequeña de un elemento, que posee una cierta masa y un cierto tamaño, y la de la molécula, como la partícula más pequeña que da a un compuesto sus propiedades físicas y químicas.

Ante el carácter experimental de este curso, la enseñanza debería darse sin Manual; pero al profesor puede serle útil servirse de un libro a título de auxiliar.

## II. ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA EN LAS CLASES SUPERIORES.

1. Se expondrá la estructura atómica de acuerdo con las teorías modernas sin insistir en la evolución histórica de la noción de átomo. La enseñanza debería superar el átomo de Bohr y presentar la noción de los electrones orbitales. Cuando el profesor exponga la distribución de los electrones, describirá la Tabla periódica, con los pesos atómicos y los pesos moleculares. Estudiará igualmente la naturaleza de los enlaces químicos e insistirá sobre la significación de las características direccionales y evocará brevemente la estructura de los gases raros como principio rector de la formación de los enlaces químicos.

2. Los equilibrios químicos deben ser expuestos con detalle, a partir de de la noción de orden de una reacción; el programa contendrá elementos de cinética de las reacciones y se insistirá, en especial, en los ejemplos numéricos y los experimentos.

Se estudiará el comportamiento de los electrólitos y de los no electrólitos; la noción de electrólito fuerte debe ser expuesta en términos de una ionización completa, y la del electrólito débil, en términos de una ionización parcial. Los principios serán ilustrados con ejemplos tomados de la Química orgánica y de la inorgánica. En el decurso de la introducción, se enseñará a los alumnos la manera de escribir las fórmulas químicas y las ecuaciones químicas y se explicará el sentido de la expresión "grado de oxidación", que constituirá un útil de trabajo; el programa comprenderá, igualmente, la nomenclatura de los cuerpos de la Química orgánica y un estudio extenso de las reacciones de oxidación-reducción, incluyendo las reacciones de los cuerpos orgánicos.

3. Se deberá insistir en las series de sistemas de oxidación-reducción (comprendidos los metales), que constituyen el principio motor de las reacciones químicas, sin descuidar, no obstante, el empleo de las estructuras para explicar estas últimas.

Para los sistemas ácido-base, la definición de Brönsted es muy recomendable.

No se dará descripción alguna sistemática de los elementos; el profesor presentará preguntas escogidas que sirvan de ejemplos de cada una de las nociones antes indicadas y den motivo a discusión. Los procesos industriales deben ser estudiados en la medida que sean útiles como ejemplos de los principios generales. Los cuerpos naturales (hidratos de carbono, cuerpos grasos y proteínas) y los polímeros elevados, deben figurar, igualmente, en los programas.

Se ha reconocido la utilidad de los cálculos numéricos para llegar a una comprensión completa de varios temas (por ejemplo: la estequiometría, los cálculos fundados en la ley de la acción de las masas, el pH).

### INFORME DEL GRUPO III

PRESIDENTES: *M. J. M. Brown (Reino Unido)*,  
*M. J. C. Jodogne (Bélgica)*.

I. Para establecer el programa destinado a los alumnos de catorce a dieciséis años han sido tenidas en cuenta las siguientes consideraciones:

1.ª La necesidad de obtener un curso completo por sí mismo, que proporcione una base suficiente para el curso destinado a los alumnos de dieciséis a dieciocho años.

2.ª La necesidad de crear un mínimo de situaciones prácticas, a fin de enlazar entre sí las consideraciones teóricas y desarrollar la habilidad experimental.

3.ª La necesidad de evitar la presentación dogmática de la teoría y de tratar progresivamente de las ideas fundamentales.

4.ª La extremada dificultad para establecer un *programa general* suficientemente amplio que permita a *cada país* deducir su propio *programa particular* en función de:

- a) Consideraciones sociales.
- b) Sus disponibilidades de personal y de locales.
- c) La organización general de la enseñanza.
- d) El grado apropiado de integración de la Química, la Física, las Matemáticas y la Biología.

II. La lista de materias que sigue no implica orden definitivo alguno, y el Grupo ha examinado la necesidad de insistir sobre este punto:

PROGRAMA PARA 14-16 AÑOS	COMENTARIOS, NOTAS DISCUSIÓN
<p>Estudio rápido de los aspectos elementales de la Ciencia con el fin de establecer un enlace con los conocimientos generales de los alumnos.</p>	<p>Esta sección se presta a trabajos prácticos elementales y variados sobre: puntos de fusión, puntos de ebullición, puntos eutécticos, puntos de congelación, empleo del material corriente.</p>

## PROGRAMA PARA 14-16 AÑOS

*Estados de la materia.*—Destilación, evaporación, filtración, sublimación; soluciones, solventes (corrientes), soluciones no acuosas. Soluciones sobre las partículas: cristales, agua e cristalización.

*Aire.*—Oxígeno, nitrógeno, anhídrido carbónico, combustión, combustibles, identificación de los productos de la combustión, soluciones elementales de transformaciones químicas.

*Agua.*—Electrólisis, hidrógeno, oxígeno.

*Modificaciones físicas y químicas.*—Noción de elemento, compuesto y mezcla. Distribución de los elementos más abundantes, nomenclatura, símbolos. Difusión de los gases; movimiento browniano.

*Constitución de la materia (\*).*—Estudio simple a partir de la electrólisis de cuerpos unidos; experimentos sencillos. Electroquímica, partículas cargadas eléctricamente, inducción de la corriente continua, metales, cuerpos no metálicos, descarga de los gases, introducción a modelos espaciales sencillos.

*Experimentos de electroquímica (\*).*—Conductores a la noción de iones metálicos y no metálicos; descarga de los iones; oxidación-reducción en relación con: ..... Estudio sencillo de la valencia. Ecuaciones moleculares iónicas.

*Serie electroquímica.*—Acción de los ácidos diluidos sobre los metales; HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, sales.

COMENTARIOS, NOTAS  
DISCUSIÓN

Hablar de la utilización del microscopio, utilizar las proyecciones microscópicas para facilitar la observación de las partículas, cristales, etc.

Se ha considerado deseable familiarizar al alumno, desde un principio, con el empleo de la corriente eléctrica para provocar una reacción química.

El alumno se ve obligado ahora a modificar sus ideas acerca de las partículas.

Recomendada la utilización del tubo de rayos catódicos.

Estudiar las reacciones químicas en términos de electricidad.

Se animará al alumno a descubrir los hechos. Las teorías deben corresponder a los hechos.

(\*) Puntos sobre los que se ha pedido discusión plenaria.

## PROGRAMA PARA 14-16 AÑOS

COMENTARIOS, NOTAS  
DISCUSIÓN

*Teoría molecular de los gases; teoría cinética.*—Leyes de los gases, densidad, condiciones normales de temperatura y presión, volumen molecular.

*Gravimetría.*—Equivalentes, masas reaccionantes, peso atómico = equivalente  $\times$  valencia.

*Conservación de la masa (\*).*—Aritmética química; fórmulas empíricas; reacciones químicas entre átomos y entre iones.

*Consideraciones energéticas simples.*—Velocidad de reacción, influencia de la temperatura, de la presión, del estado de los cuerpos, de los catalizadores.

Variaciones de energía, reacciones exotérmicas, endotérmicas, fotoquímicas (muy sencillamente).

*Cuerpos orgánicos sencillos.* — CO, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, azúcares, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, etileno. Eteresales, alcohol, saponificación; moléculas simples, polimerización, respiración, llama, temperatura de combustión.

*Estructura atómica.*—Conceptos atómicos. Breve resumen de la evolución progresiva de las ideas acerca del "átomo". Nociones de número atómico, peso atómico, número másico, de valencia.

Insistir sobre la exactitud, teniendo en cuenta las limitaciones impuestas por el material utilizado.

Posible enlace con la Biología: CO<sub>2</sub>, CO, CO + H<sub>2</sub>.

Se ha pensado en la posibilidad de elegir un cierto número de estos temas, que serían expuestos a grandes rasgos. Se animaría a los alumnos a proseguir el estudio, aun a título individual.

Este punto ha dado lugar a muchas discusiones; la conclusión parece haber sido que podían ser aceptadas las implicaciones del modelo atómico de Rutherford-Bohr modificado, con tal de que el alumno se dé cuenta de que experimentos ulteriores han obligado a volverlo a modificar. Se recalcará que las teorías derivan del estudio de los hechos.

(\*) Puntos sobre los que se ha pedido discusión plenaria.

## PROGRAMA PARA 14-16 AÑOS

*Enlace con situaciones y procesos industriales reales.*—La consideración de procesos industriales (tratados con sencillez) puede proporcionar numerosos temas interesantes; por ejemplo: corrección de las aguas (cambio de iones), detergentes.

*Temas* (elegidos para el estudio individual o en grupo).—Fotosíntesis, antibióticos, cristales, detergentes, difusión, diálisis, absorción, electroquímica.

COMENTARIOS, NOTAS  
DISCUSIÓN

Las definiciones deben ser hechas partiendo de observaciones y hechos establecidos. Deberán evitarse las definiciones erróneas.

Muchos de los miembros del grupo aconsejan dar a hacer "deberes" a los alumnos, lo que les acostumbraría, en cierto modo, a documentarse en libros de referencia, periódicos científicos.

III. PROGRAMA PARA LOS ALUMNOS DE DIECISEIS  
A DIECIOCHO AÑOS.

Este programa debe arrancar del curso elemental y comenzar por una recapitulación a fondo. En la discusión general, muchos delegados han recomendado que en este curso se insista especialmente en la noción de periodicidad. Es preciso elevar al "nivel cuantitativo" el mayor número posible de cuestiones, insistiendo sobre las técnicas prácticas, sobre el "grado de precisión" y sobre el "carácter significativo" de los resultados; el alumno debe tener siempre presentes las limitaciones impuestas por el material utilizado. El método general es el mismo que el del curso precedente. Se debe enseñar a los alumnos cómo se realizan las investigaciones y cómo se modifican las ideas con los progresos de la mente.

## PROGRAMA PARA 16-18 AÑOS

*Revisión* (rápida) de los aspectos teóricos del curso precedente, con el fin de preparar a los alumnos para la explicación de nociones nuevas: átomos, iones, enlaces, metales alcalinos, hidrógeno, halógenos, gases raros, periodicidad, reglas del comportamiento de los electrones (2, 8, 18, 32); determinación de pesos moleculares (método de Victor Meyer y métodos más modernos fundados en la tensión de vapor); estructura atómica, estructura iónica; covalencia, estructura molecular, enlaces polares y no polares, electrovalencia, estructura iónica, estructura de los cristales, sales, ley de la acción de las masas, equilibrio; velocidad de reacción, variación de las condiciones de temperatura y presión; catálisis, energía de ionización.

*Electroquímica.*—Leyes de Faraday; potenciales de electrodo; potenciales de descomposición.

Electrólisis: oxidación anódica; reducción catódica.

*Serie electroquímica.*

*Productos de solubilidad.*—Análisis cualitativo.

*Análisis volumétrico* y cuestiones conexas: soluciones acuosas, ácidos, bases, soluciones tampón, cuerpos anfóteros, protólisis, hidrólisis, pH, indicadores.

*Carbono.*—Diamante, grafito, grupos funcionales.

*Química orgánica.*— Grupos C—OH,

COMENTARIOS, NOTAS  
DISCUSIÓN

Larga discusión sobre este punto.

La discusión ha demostrado claramente que los alumnos deben conocer a fondo la tabla periódica, que les servirá de guía.

Se ha llegado a la conclusión de que sólo sería necesario postular tres tipos de enlace: covalente, electrovalente y metálico, y de que el conocimiento de las energías de ionización permitiría a los alumnos comprender con mayor facilidad los fenómenos de catálisis. Se hará referencia a procesos industriales escogidos con cuidado para que sirvan de ejemplo de las consideraciones teóricas.

Enlaces adecuados con la Física. El estudio del comportamiento de los iones y los experimentos sobre la solubilidad permitirán a los alumnos descubrir, ellos mismos, hechos interesantes acerca de la naturaleza de los enlaces.

Se ha acordado que la teoría de Brownsted sería utilizada como método didáctico.

Durante la discusión, algunos miembros han recalcado que vale más escoger algunos temas que tratar a fondo los

## PROGRAMA PARA 16-18 AÑOS

C—NH<sub>2</sub>, C—H, C=O, —COOH, C≡C::C, C≡C.

Homología, obtenciones.

*Oxidación-reducción.*—Ecuaciones de oxidación-reducción referentes a K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, KMnO<sub>4</sub>.

*Macromoléculas.*—Cadenas lineales, cadenas cíclicas, fenómenos de polimerización.

*Análisis.*—Gravimetría, nociones de metalurgia.

Tabla periódica:

Uno o dos ejemplos tomados de Li, Be, B, C, N, O, F.

*Anejo.*—Temas de discusión y de investigaciones personales para los alumnos, que les induzcan a estudiar la documentación para redactar ensayos o memorias.

*Química nuclear.*—Concepto de átomo, catálisis.

*Macromoléculas.* — Siliconas, energética, enlaces, espectroscopia, fermentaciones, temas de importancia histórica, arquitectura de las moléculas.

COMENTARIOS, NOTAS  
DISCUSIÓN

funciones. También sería conveniente encargar a grupos de alumnos el hacer un cierto número de preparaciones y discutir en clase los resultados. Después de discutir este asunto se acordó dedicar a esta cuestión un anejo del programa (véase más adelante).

Determinación cuantitativa de Fe, Cu.

Se acordó que podría hacerse un examen de la tabla periódica, con paradas "estratégicas" que permitieran estudiar a fondo un ejemplo.

Esto presupone que la biblioteca de la clase y de la sección científica de la biblioteca principal de la Escuela sean suficientes. Se precisa, además, un material que permita realizar trabajos prácticos más avanzados. Se ha hecho la observación de que la liberalización del programa permitiría evitar los peligros, muy graves, de la fragmentación.

## ACUERDOS ADOPTADOS

Los miembros de la sesión de estudios han estado de acuerdo en los siguientes puntos:

1) Los informes de los tres grupos de trabajo serán enviados a la Organización Europea de Cooperación Económica con una declaración razonada, y un grupo formado por la O. E. C. E. redactará un sucinto informe del conjunto.

2) Estos informes serán repartidos a las autoridades competentes de los países miembros, a las cuales se pedirán comentarios.

3) En el momento que sea posible, se constituirán tres pequeños grupos de trabajo (seis a ocho personas), compuestos por profesores de Segunda Enseñanza, pedagogos y especialistas universitarios:

a) El primer grupo redactará las titulares de los capítulos de un programa, acompañado de notas explicativas, destinado a servir de regla general a los profesores de las Escuelas de Enseñanza Media.

b) El segundo grupo redactará una guía para los experimentos de demostración y para los trabajos de laboratorio a realizar por los alumnos.

c) El tercer grupo redactará las recomendaciones acerca de las medidas a tomar para poner a los profesores al corriente de los progresos recientes de la Química (formación y perfeccionamiento de los profesores).

d) Los trabajos de estos grupos permitirán redactar, posteriormente, un manual pedagógico que servirá de guía a los profesores en lo que concierne a los conceptos modernos de la Química práctica.

4) Es necesario obligar a los alumnos de Química a seguir cursos de Física y Matemáticas para darles la posibilidad de que comprendan, en todos los grados de la enseñanza, los elementos físicos y matemáticos contenidos en los cursos de Química. Los conocimientos adquiridos de esta manera les permitirán comprender mejor la noción del átomo electrónico y la aplicación de los principios y técnicas de la Física al desarrollo de la Química.

5) Cualquiera que sea el grado en cuestión, los trabajos prácticos ejecutados por los alumnos y las demostraciones hechas por el profesor deben desempeñar un papel esencial en la enseñanza de la Química.

6) Como los tres grupos de trabajo han indicado en sus informes, en la enseñanza de la Química se debe insistir en los puntos siguientes, especialmente en los cursos superiores:

a) Teoría electrónica y estructura del átomo.

b) Equilibrio químico.

c) Consideraciones energéticas.

d) Eliminación de los hechos no indispensables y utilización de la Química mineral para proporcionar ejemplos de aplicación de los principios.

7) La O. E. C. E. debería recomendar que, cuando esté en vigor un programa nacional, se permitiese a algunas Escuelas seleccionadas enseñar otros programas aprobados; estos cursos deberían ser sancionados mediante exámenes aprobados.

## ORGANIZACION Y DESARROLLO DEL SEMINARIO

Características de la enseñanza de la Química en  
Inglaterra, Estados Unidos, Bélgica y otros países

Por CANDIDA URIEL DIEZ

LA O. E. C. E. (Organización Europea de Cooperación Económica), considerando la importancia internacional que tendrá el que todos los países a ella pertenecientes unifiquen lo más posible sus programas y modernicen sus métodos la enseñanza, viene organizando desde el año de 1958 una serie de cursos de verano y Reuniones de Profesores de Ciencias, Inspectores y Directores de Centros de Enseñanza Media. Se propone con ello dar a los especialistas de esos países la oportunidad de ponerse en contacto, para que en el intercambio de sus ideas y experiencia surja no sólo el estímulo entre ellos, sino el llevar a sus respectivos países una inquietud e interés por los problemas de la enseñanza, que se traducirán en un futuro próximo en un aumento de su eficacia, y en consecuencia, en un progreso efectivo de su nivel científico.

El primer curso de verano para Profesores de Ciencias (Física, Química y Biología), tuvo lugar en julio de 1958 en Keele (Inglaterra), en el que participaron treinta y seis representantes de doce países (Bélgica, Canadá, Dinamarca, Francia, Alemania, Grecia, Irlanda, Noruega, Suecia, Turquía, Gran Bretaña y Estados Unidos).

El segundo curso, también para las mismas materias, se celebró en agosto del mismo año en Tutzing, cerca de Munich, con un número de catorce países participantes.

Comparados sus programas, son en cierto modo complementarios, pues el de Keele parece haberse limitado a la discusión de los métodos pedagógicos de las tres materias en sus diferentes grados, y el de Tutzing, casi todo él se refiere a la parte experimental.

En los dos se simultaneó con visitas a centros de Enseñanza Media, industrias y laboratorios de la región y alguna excursión turística.

En noviembre se convocó otra reunión en Sèvres, de la cual la única información que tengo es que en ella se discutió la modernización de la enseñanza de las Matemáticas y su relación con la Física. El próximo se señaló en Austria, versando sobre la enseñanza de la Física.

El Seminario de Greystones, al que tuve el honor de asistir en unión del doctor León Maroto, se organizó como consecuencia del curso de Tutzing, a petición de los Profesores de Química que asistieron.

Estos, en su informe a la O. E. C. E., se lamentan de que en una mayoría de países se relega a la Química a un papel secundario, por no considerarla de tanto interés formativo como las Matemáticas o la Física. Por tanto, no se le dedica el número de horas que sería de desear ni la atención debida, teniendo en cuenta la gran importancia que va adquiriendo en el momento actual.

Efectivamente, tal y como se enseñaba antes la Química y aún ahora se sigue enseñando por algunos Profesores, su valor es más informativo que formativo; pero si, como ya está iniciado en nuestros programas y muchos Profesores hemos seguido desde el principio de nuestra función docente, todas las propiedades de elementos y compuestos han de deducirse de un conocimiento a fondo de la estructura atómica o molecular, ya no puede decirse lo mismo, pues no será sólo la memoria lo que el alumno tendrá que poner en juego.

Traduciré el proyecto para la Sesión de Estudios que se nos envió por la O. E. C. E. a los representantes de los países que asistimos, pues me parece que él por sí solo dice más que todo lo que yo pueda exponer.

## COMITE DIRECTOR PARA LAS CUESTIONES DE PERSONAL CIENTIFICO Y TECNICO

### *Sesión de estudios sobre las condiciones de la evolución de la enseñanza de la Química.—Proyecto STP núm. 11*

#### OBJETIVO DE LA SESIÓN DE ESTUDIOS.

1. El estado actual de la enseñanza de la Química en las Escuelas europeas ha sido objeto de conversaciones durante los cursos de vacaciones organizados por la O. E. C. E. para los Profesores de Ciencias en Tutzing (Alemania). Con ocasión de estos debates, los Profesores de Química recomendaron vivamente a la O. E. C. E. continuar esos estudios, sobre la necesidad de presentar la enseñanza de la Química bajo un ángulo nuevo. Es urgente e indispensable modificar la manera cómo se enseña esta disciplina, si se quiere que la formación científica adquirida en las escuelas progrese paralelamente a la evolución general de la Ciencia y de la Investigación.

2. Hacia 1800 se produjo un cambio radical en la noción intelectual de los fenómenos químicos. Se abandonó la teoría flogística por la de Dalton sobre el átomo y la molécula. Después de haber vencido una seria oposición, la nueva escuela ha permitido progresar activamente a la Química en el curso del último siglo.

3. Hacia 1900, estas nuevas teorías relativas a la Química comenzaron ellas mismas a ser objeto de modificaciones de alcance mucho más extenso. La investigación física y química ha permitido descubrir la estructura del átomo, que consiste en un núcleo y capas de electrones. Se ha descubierto que las reacciones químicas entre elementos son debidas a los electrones de valencia de los átomos.

4. Ahora que la investigación química se basa en estos nuevos conocimientos, la enseñanza de ella en las Escuelas Secundarias sigue siendo en gran parte lo que era en 1900. Este modo de enseñanza tradicional se funda en la descripción de las propiedades químicas de los elementos y de los compuestos; es un método fastidioso, que pone a prueba la memoria del alumno, no dando más que una visión superficial del método científico y ni siquiera estimula la imaginación. Puede ser ésta una de las razones por las cuales un gran número de chicos inteligentes se desaniman y renuncian a escoger la Química como objeto de estudio.

5. Además, los fenómenos químicos tienen ahora una importancia primordial, tanto en la vida diaria como para el progreso económico. Hace falta, por lo tanto, promover el conocimiento de la Química y desenvolver, en consecuencia, la enseñanza de esta ciencia. Existe una fuerte corriente de opinión, compartida por numerosos Profesores, según la cual ha llegado el momento de modernizar la enseñanza de esta disciplina. Se debe enseñar la Química como una ciencia que suscite el interés de los alumnos y estimule sus facultades intelectuales y no darle el carácter de una simple descripción. Por otra parte, para los adolescentes de más de quince años, las teorías electrónicas de la Química moderna son más fáciles de comprender y permiten adquirir

un conocimiento más profundo de los principios fundamentales de la Química y de la ciencia en general, que los métodos tradicionales de enseñanza.

6. La sesión de estudios tiene, por tanto, por objeto considerar en un nivel más elevado las condiciones previas y las posibilidades relativas a los problemas siguientes:

- I. Modificar la enseñanza de la Química teniendo en cuenta los nuevos conocimientos sobre el átomo.
  - II. Descargar los programas con objeto de disponer de más tiempo para la enseñanza de las nociones fundamentales, sin descuidar por otra parte los trabajos prácticos.
  - III. Estudiar los métodos gracias a los cuales la enseñanza de los principios de la Química podrá contribuir a la formación intelectual del alumno.
7. Se invitará a los miembros de la Sesión de Estudios a elaborar conclusiones sobre las medidas a tomar para establecer un programa mejor adaptado, desde un punto de vista, tanto intelectual como práctico, a las necesidades de la vida moderna.
8. Con objeto de tener una opinión de los expertos sobre los diversos problemas que han de examinarse en esta Sesión de Estudios, los participantes deberán pertenecer a los grupos siguientes:

- a) Profesores que enseñan efectivamente en las Escuelas.
  - b) Personas oficialmente responsables de los programas de Química (altos funcionarios de los Ministerios de Educación, Inspectores de Enseñanza).
  - c) Representantes de los Institutos de Formación de Profesores.
9. También Profesores de Universidades (tanto de las secciones de Química como de las de Enseñanza) y representantes de la investigación y de la industria.
10. El número total de los participantes se fija en unos cuarenta y cinco.
11. *Idiomas.*—Todos los informes y discusiones se harán en inglés o en francés (interpretación simultánea). Es indispensable que los participantes tengan un conocimiento suficiente, sea del inglés o del francés, a fin de que puedan tomar parte en las discusiones de la Sesión de Estudios.
12. *Lugar y fecha de la Sesión de Estudios.*—.....
13. *Disposiciones financieras.*—.....
14. *El programa.*—En líneas generales el plan ha sido diseñado por un Comité de expertos internacionales. Posteriormente podrán producirse ligeras modificaciones.
15. Los temas principales serán discutidos en el curso de:
- a) Una conferencia de introducción.
  - b) Grupos de trabajo para discutir los problemas particulares, evocados en el curso de las conferencias.
  - c) Sesiones plenarias para discutir los resultados de los grupos de trabajo.

### *Anexo I: Programa*

1. *Exposición general.*
2. *Los progresos en Química teórica desde 1900*, por el Dr. Kurt Grob, Profesor de Química del Realgymnasium de Zurich y de la Universidad de Zurich.  
Esta conferencia tratará de los últimos progresos realizados en el dominio de los enlaces químicos, en función de la *estructura del átomo*; interpretará las reacciones químicas en términos de oxidación-reducción (transferencia de electrones) y las reacciones ácido-base (desplazamiento de protón); podrán introducirse en ella consideraciones sobre la energía en las reacciones químicas.
3. *Importancia de las nociones de estructura de las moléculas en la enseñanza elemental de la Química*, por el Profesor Jacques Benard, de la Facultad de Ciencias de París.

Tratará sobre las necesidades de familiarizar a los principiantes, desde el primer año, con el carácter tridimensional del edificio molecular, en lugar de dejarles que se habitúen a una mala representación en el espacio de dos dimensiones del encerrado.

4. *Los progresos recientes en Química práctica*, por R. J. Magee, Lector de Química de Queen's University, Belfast (Irlanda).

En el curso de esta conferencia se bosquejarán los progresos modernos en la separación y dosificación de las sustancias, el empleo de aparatos para fines analíticos especiales y la aplicación de la estadística al estudio de los resultados.

5. *Las necesidades de la Universidad*, por el Profesor Cocker, Profesor de Química del Trynity College, Dublín.

6. *Las necesidades de la industria*, por el Dr. A. K. Mills, Jefe de la Sección de Química de la fábrica de cervezas A. Guinness.

NOTA.—Las conferencias darán los puntos de vista de los medios universitarios e industriales sobre los programas, etc., de Química en la Enseñanza Secundaria; podrán tratar de la formación química preliminar deseable para: a) el estudiante de Química; b) el alumno ingeniero; c) el futuro médico, veterinario, agrónomo, farmacéutico, etcétera; d) el futuro técnico.

7. *Coordinación de la enseñanza de la Química, de la Física y de las Matemáticas en las Escuelas Secundarias*, por el Profesor M. Eurin, del Liceo Carlomagno y Presidente de la Unión de Físicos de París.

Esta conferencia tratará de las relaciones entre la enseñanza de la Química en las Escuelas Secundarias y la de otras materias; se fijarán los conocimientos de Física experimental, de Matemáticas y de Biología, necesarias al alumno para el estudio de la Química. Se insistirá sobre la relación entre la Química y la Física, y se tratará de los cursos combinados.

8. *La enseñanza de la Química a los alumnos de 14 a 16 años*, por el Dr. Karl Stein, Profesor de Química de Bad Segeberg Gymnasium, Alemania.

Esta conferencia examinará a qué edad es conveniente comenzar el estudio de la Química y los problemas particulares que se presentan en el caso de alumnos jóvenes. Se tratará de la forma de presentar la Química a los alumnos de 14 a 16 años para despertar y retener su interés por ella. Se estudiarán las diversas maneras de presentarles el concepto de átomo electrónico.

9. *La enseñanza de la Química a los alumnos de 16 a 18 años*, por el Dr. Bertil Boren, Profesor de la Universidad de Estocolmo.

Consideraciones sobre las diversas formas de presentar a este grupo el concepto de la teoría atómico-electrónica. Integración de la teoría química contemporánea.

10. *La presentación a los alumnos de las reacciones de oxidación-reducción y de las reacciones ácido-base en función del átomo electrónico*, por el Dr. Stieger, Profesor de Química de Zurich.

10. *Elaboración y simplificación del programa de estudios y de la enseñanza de los principios fundamentales*, por Laurence E. Strong, Profesor de Química de Earlham College Richmond, Indiana (U. S. A.).

Cómo enseñar la Química basándose en los principios teóricos y cómo los aspectos específicos de la Química pueden ser tratados sobre la base de esta enseñanza fundamental.

12. *Nuevo equipo y material auxiliar en la enseñanza. Textos, películas, modelos*, por J. A. Campbell, Profesor y Presidente del Departamento de Química Harvey Mudd College, Claremont (California).

13. *Los problemas de la formación y del perfeccionamiento de los Profesores de Química*.

## ORGANIZACION DEL SEMINARIO

Tuvo lugar en Greystones, un pintoresco pueblecito de la costa este de la República de Irlanda, a unos treinta kilómetros de Dublín y comunicado con la capital por un autobús cada media hora. Las sesiones se celebraron en el mismo hotel en que teníamos la residencia, para lo cual se había habilitado uno de los salones.

Como el tiempo, aunque mucho mejor de lo que se esperaba, no convidaba a grandes paseos, y éste sería el único aliciente que encontrar fuera del hotel, la convivencia entre los sesenta o setenta delegados conferenciantes, agregados, secretario y traductores, fue de lo más estrecha. Creo que esto es precisamente lo que se propone la O. E. C. E., pues parece ser que siempre se procuran sitios en donde la dispersión de los grupos no sea fácil. Desde el punto de vista del rendimiento y eficacia de las reuniones, es una buena política, porque de celebrarse en sitios con más alicientes, el trato con los otros delegados quedaría casi limitado a las horas de sesiones. Efectivamente, tanto o más interés que las mismas conferencias y grupos de trabajo, tienen los contactos personales en los momentos de descanso, durante las comidas y después de ellas, en las reuniones en el salón. En esos momentos surgen los comentarios a lo que se ha dicho por unos y por otros en la sala de conferencias, se reafirman posiciones y se intercambian ideas más fácilmente que en el transcurso de las sesiones, donde es difícil no sentirse intimidado por el número de oyentes, la seriedad y altura de la reunión y la dificultad, para la mayoría, de tener que hacerlo en un idioma en el que nunca podrá desenvolverse con la soltura que en el suyo propio.

En estos ratos de charla se va enterando uno, además, de los problemas y dificultades con que tropiezan los Profesores de otros países, cómo tienen organizada la enseñanza, el nivel de ella, etc., etc., y estableciendo comparaciones con las experiencias propias, se valora nuestro sistema en su justo medio y se siente el estímulo de luchar por mejorarlo. Añadamos a esto el que, en una convivencia tan íntima durante once días, necesariamente han de iniciarse amistades interesantes, que espero continúen, y que indudablemente pueden sernos muy útiles.

Como consecuencia de estas conversaciones, he recibido ya dos magníficos libros de Física de monsieur Cessac, Inspector Central de Enseñanza Media y representante de Francia en el Seminario. Tengo anunciado, además, el envío por otros autores, de sus Químicas ya modernizadas, más una serie de comunicaciones y trabajos de los representantes americanos, que acaban de llegarme.

## DESARROLLO DE LAS SESIONES

El número de países participantes en este Seminario fue de diecinueve (Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Alemania, Grecia, Islandia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, Suiza, Suecia, Turquía, Gran Bretaña y Estados Unidos). La mayoría, con dos representantes, e Irlanda, además, con un gran número de observadores. Delegados femeninos solamente fuimos tres, pero a las sesiones asistían también las esposas de dos delegados y la del representante de la O. E. C. E. Había, además de Profesores de Química de Centros de Enseñanza Media, bastantes Profesores de Universidad y de Escuelas Técnicas y cuatro Inspectores.

El Presidente, Mr. Wheeler, es Profesor de Química de la Universidad de Dublín, y su labor dirigiendo los coloquios y recopilando el trabajo de las sesiones anteriores fue realmente extraordinaria. Se turnaban dos traductores, pues las conferencias podían seguirse, por medio de auriculares, en los dos idiomas oficiales, francés e inglés.

Las sesiones daban comienzo a las nueve y media de la mañana, siempre en punto, y terminaban con la misma puntualidad a la una de la tarde, interrumpidas a las once,

con un descanso de un cuarto de hora para tomar café. Por la tarde se seguía generalmente a las tres, durando hasta las seis, con otro descanso de quince o veinte minutos para tomar el té.

Solamente se interrumpió este horario el segundo día, a las doce de la mañana, para ir a visitar la famosa fábrica de cervezas Guinness, que nos obsequió después con un banquete. A continuación, fue la recepción del Ministro de Educación Nacional de Irlanda, donde encontramos a nuestro Embajador, que tuvo la gentileza de venir a saludarnos e invitarnos a comer con él y con su esposa en la Embajada. Otra tarde la dedicamos a visitar las dos Universidades de Dublín, y en la del domingo recorrimos en dos autocares el Condado de Wicklow, para que pudiésemos apreciar el bello paisaje irlandés.

Fue, por tanto, un trabajo muy intenso, pero interesante y espero que fructífero.

Comenzaba el Presidente con un breve resumen de la sesión anterior. A continuación, un conferenciante exponía el tema que tenía asignado en el programa ya descrito; seguía una sesión plenaria para la discusión de sus puntos principales, o bien se formaban tres grupos de trabajo con objeto de que esa discusión fuese más íntima.

En los dos últimos días, los tres grupos de trabajo dedicamos las sesiones a discutir, en líneas generales, lo que debiera ser el estudio de la Química en la Enseñanza Media y la forma de hacerlo. Se acordó dividirla en dos períodos, correspondientes a los dos diferentes estadios del desarrollo intelectual, que fijamos en los 14 a 16 y 16 a 18 años. Con las conclusiones, se redactó un informe en cada grupo que debía ser discutido en sesión plenaria, junto con los otros dos, para llegar a unificar los criterios y redactar unas conclusiones únicas que elevar a la O. E. C. E. En esa sesión se acordó por unanimidad, a propuesta del Presidente, que, como los informes no diferían en el fondo y cada uno presentaba una faceta interesante que no aparecía en los otros, debían enviarse en la forma original, pero teniendo en cuenta que el del grupo primero es el que mejor refleja la opinión de los participantes en cuanto al método general de la enseñanza, y que los otros dos informes deben interpretarse bajo el espíritu del primero.

También se acordó el proponer a la O. E. C. E. que estos informes los hiciese llegar a los Gobiernos de los países participantes, para que los difundiese por todo el profesorado, con el objeto de que los que les interese el problema puedan colaborar exponiendo sus ideas sobre él. Enviados todos los informes recibidos a la O. E. C. E., ésta podría organizar otras reuniones de especialistas que unificasen los informes, redactando un programa que sirviese de base para la organización de la enseñanza de la Química en todos los países pertenecientes a la O. E. C. E., e incluso escribir un libro sobre ese programa para que sirviese de orientación a los profesores.

Traduciré también estos tres informes al final, así como los acuerdos de los asistentes en la sesión de Clausura, para contribuir precisamente a esa difusión que acordamos solicitar de la O. E. C. E.

Muy amenas y muy interesantes, dentro de su carácter de divulgación, fueron las películas que se proyectaron como complemento del Seminario. Una de ellas sobre la constitución del átomo y desintegración radiactiva es muy parecida a la que se proyectó en el Pabellón de las Ciencias de la Exposición Internacional de Bruselas. Los temas de las otras fueron sobre dinámica de las reacciones, enlaces químicos y experiencias de Física realizadas en un Centro de enseñanza de Norteamérica.

Se hizo una exposición de libros de texto, que, como exceptuando el del Sr. J. Jodogne, de Bélgica, todos eran alemanes o escandinavos, no puedo opinar sobre ellos más que en lo referente a su orientación, muy moderna y de alto nivel. La representación alemana expuso de la casa Phylwe una colección de modelos de estructuras moleculares, muy interesantes, y algún material de Química experimental. También los delegados norteamericanos expusieron modelos hechos de politeno, y en la Universidad de Dublín nos enseñaron otra exposición de lo menos un centenar de modelos de Química orgánica hechos en vidrios fluorescentes que resultaban muy espectaculares.

## CONSIDERACIONES SOBRE LAS SESIONES

Durante las discusiones que seguían a las conferencias tenía la impresión de que el nivel con que se enseñaba la Química en muchos países era muy superior al nuestro; indudablemente porque como muchos de los delegados eran Profesores de Universidad, insensiblemente olvidaban que estábamos moviéndonos en los dominios de la Enseñanza Media y los ejemplos que exponían, en mi criterio, se salían de su órbita. Después, tanto en las conversaciones privadas como en las sesiones de los grupos de trabajo, pude comprobar que, como yo creía antes de mi viaje, las diferencias entre nuestros métodos y los de esos países no radican ni en el nivel ni en el contenido, sino en la edad de los alumnos y en la importancia que en esos países le dan al trabajo experimental, en contraste a la poca que nosotros le hemos dado hasta ahora.

Nuestros programas responden completamente a las directrices que se han discutido en Greystones. También tenemos dos períodos: en el primero se pone al alumno en contacto con los fenómenos, que muchos de ellos ya les son conocidos, aunque no se les explique, y se les familiariza con el lenguaje de la Química. En el segundo se introducen todas las modernas teorías, incluso la de Bröwnsted sobre ácidos y bases, aunque ésta sea sólo de una manera informativa. Pero acaban esos períodos aún antes de la edad en que, según criterio de esos otros países, deben empezar. Por ejemplo, mis alumnas de quinto curso la mayoría tienen catorce años al finalizarlo, y esa es la edad que suponen han de tener al empezar el primer ciclo. Yo, cuando las veo manejar con tanta soltura hasta las más complicadas ecuaciones de oxidación-reducción en Química Inorgánica o de polimerización en la Orgánica, no salgo de mi asombro. Pero, naturalmente, hay un pero: esas mismas niñas puestas ante un problema tanto numérico como experimental, no reaccionan con la misma eficiencia. Sus pocos años se hacen notar, y aún más en el siguiente curso, ante alguno de los fenómenos físicos o sus problemas.

Es natural que en países como Suecia, Inglaterra, Alemania, Holanda..., donde el alumno tiene ya 18 ó 19 años cuando acaba el Bachillerato pueda profundizarse mucho más en esas mismas teorías y, por tanto, su formación intelectual será mucho más completa. Creo sinceramente, que aun admitiendo una mayor precocidad en los alumnos de los países meridionales, catorce o quince años para empezar el segundo ciclo, son muy pocos años. Si no se quiere modificar la edad de diez años para el Ingreso, al menos sería conveniente que los tuviesen ya bien cumplidos al examinarse en junio.

También sería muy conveniente que el estudio de la Química no se redujese sólo al quinto curso; podría extenderse a un año más en el Preuniversitario de Ciencias, con lo que a las Universidades llegarían con una preparación mucho más profunda. Representaría incluso una ganancia de tiempo, pues tal como es ahora el plan, después de casi dos años de no haber visto la Química, es de suponer que tengan que perder una gran parte del curso en recordar lo que necesariamente han de haber olvidado.

Naturalmente que esto llevaría consigo la necesidad de más Profesorado numerario de Física y Química en los Institutos, pero ésta, aun sin esa asignatura, más es ya una necesidad en la mayoría de los Centros, sobre todo a partir del curso próximo, en que con las seis horas asignadas al cuarto curso, desdoblado dos o tres veces en la mayoría de los Institutos, ha de echarse mano del Profesorado que se tenga al alcance, sea o no eficiente. Ello se traducirá en un bajo nivel en el resultado del primer período, que difícilmente podrá superarse en los años siguientes.

Después de este inciso continuó con nuestro Seminario.

Mi impresión a través de conferencias, intervenciones, comentarios, etc., confirma mi opinión anterior de que en los países en que la enseñanza de la Química adquiere un nivel más elevado son en general los nórdicos, principalmente Suecia, Alemania, Inglaterra, Holanda..., quizá porque sus métodos sean más eficaces o porque la edad de los alumnos permite profundizar más en la materia, o bien porque conscientes los países de la importancia que la Química tiene en el momento actual le dedican un tiempo y unos medios que en los demás se regatea.

En Holanda y Suecia, por ejemplo, se ha introducido ya en el Bachillerato el semi-microanálisis y en Inglaterra se va a iniciar, al menos en algunas Grammar Schools.

Salvo algunas excepciones, todos los profesores allí presentes explicamos la Química sobre la base de las teorías modernas, aun cuando en algunos países los programas y textos que emplean sigan siendo tradicionales. Esto último es explicable, por ejemplo, en Inglaterra, porque como las escuelas proveen de libros a los alumnos el cambio de textos supondría muchísimo dinero. Lo mismo debe ocurrir en Dinamarca, pues según el informe de su delegado a la O. E. C. E., el Profesor ha de escoger entre cinco textos, alguno escrito en 1929, y sólo se les permite el cambio si se hace de acuerdo con todos los profesores de Ciencias del Centro.

Sin embargo, algunos se quejaban de que hay muchos profesores, sobre todo los de bastante edad, que se resisten a modificar sus métodos, por lo que se consideró la necesidad de organizar en todos los países cursos de entrenamiento.

Son bastantes los países en que la parte experimental se reduce a las que hace el Profesor como complemento de las clases teóricas, y aún algunos, en los que ni esto es posible por falta de medios.

Todo eso es lo que trata de remediar la O. E. C. E. con estas reuniones, que indudablemente han creado ya el clima renovador en el profesorado y también en bastantes Gobiernos. Es de suponer que, una vez despertada la preocupación por el problema, los resultados favorables no se hagan esperar. De todas formas, no creo que el llegar a la revolución que se prevé en el sistema de enseñanza de la Química sea cosa inmediata. Se irá modificándolo gradualmente, pues no es fácil abandonar lo que, como dice el Comité Científico de la O. E. C. E., se ha considerado esencial desde el siglo XIX. Efectivamente, en este Seminario aún se discutía la forma de llegar a intuir el átomo de Dalton y las leyes ponderales. Pero es de creer que empezada ya la experiencia y con lo rápidos que en nuestro tiempo son los progresos en todos los órdenes, dentro de no muchos años, hasta los más modernos textos actuales resultarán prehistóricos en una gran parte de su contenido.

## LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA FUERA DE ESPAÑA

Por creer que puede tener cierto interés informativo para nosotros, voy a exponer algunas de las características que presenta la enseñanza en unos cuantos países.

### INGLATERRA.

Los dos períodos comprenden desde 11 a 16 y de 16 a 18 años, al final de los cuales han de hacer un examen para obtener los certificados: *Ordinary level* y *Advanced level*. Estos exámenes no son globales como los nuestros, sino por materias, y cada alumno puede hacerlo en las asignaturas que a juicio del Director de la Escuela se encuentra preparado.

Exámenes teóricos de Química, uno de tres horas para el *Ordinary* y dos de tres horas cada uno para el *Advanced*. En éste hay también otro examen práctico de tres horas.

El papel del *Ordinary level* contiene diez cuestiones de las que han de contestar seis, pero cada una de ellas consta por lo menos de tres partes. Por ejemplo:

- Describa cómo preparar cloro seco.
- Utilizando cloro, cómo distinguirá entre bromuro sódico y yoduro sódico.
- Describa un experimento por el cual se demuestre la relación de difusión del cloro comparada con la del aire.

En el *Ordinary level* no todas las Universidades exigen examen práctico; por ejemplo, no lo hacen en las Escuelas que yo conozco, que pertenecen a la Universidad de Londres. Para el *Advanced* los exámenes pueden hacerse en la misma Escuela o en la Universidad,

pero es ésta la que envía los temas en el primer caso, que versan sobre análisis volumétrico y cualitativo. Se hacen tres semanas antes del teórico.

Traduciré uno de esos ejercicios puestos para el *Advanced level*:

1) Por medio del cloruro sódico puro determinar la normalidad de la disolución (A) de nitrato de plata, y utilizar esta solución para determinar la concentración de bromuro amónico en la solución (B) en gramos por litro.

Haga una solución de cloruro sódico conteniendo entre 1,20 y 1,35 grs. en 250 ml., y utilice 25 ml. de ella para la valoración.

2) Análisis cualitativo de la mezcla (C) que contiene cuatro radicales.

La Universidad envía preparados los problemas y las soluciones valoradas, así como un impreso para que el alumno lo rellene con su número y los resultados y cálculos. A los alumnos se les permite el uso de libros y sus cuadernos de trabajo y, si el examen lo hacen en la Universidad, presentan un cuaderno de prácticas en el momento de realizarlo.

El profesor que vigila tiene que rellenar otro impreso en que, además de la calificación que a su juicio merece el cuaderno de prácticas,

a) en su presentación (escritura, orden, etc.)

b) en la calidad del trabajo

ha de emitir un informe sobre cómo el alumno ha desarrollado el trabajo del examen.

Los ejercicios, tanto teóricos como prácticos, ya dije en mi artículo sobre la enseñanza en Inglaterra, publicado en la Revista ENSEÑANZA MEDIA núms. 46-49, que se enviaban en sobres cerrados a la Universidad y ésta los reparte entre diferentes profesores para su calificación. Al teórico se le asigna el 75 por 100 de la puntuación y el 25 por 100 al examen práctico.

Hasta ahora en Inglaterra, que yo sepa, no se ha introducido la técnica del semimicroanálisis en las Grammar Schools, pero se piensa hacerlo muy en breve.

Como ya he dicho antes, no es en los programas que rigen en donde hemos de aprender algo, pues por el momento los nuestros incluso están más al día, pero sí en la forma de desarrollarlos. El ejercicio práctico que he expuesto nos da una buena idea de las horas que esos chicos habrán tenido que dedicar a la experimentación para en tres horas ser capaces de pesar, disolver, hacer dos valoraciones y hallar cuatro radicales.

El profesorado en general es especializado. En las Escuelas que conozco (unos setecientos alumnos) hay cuando menos dos profesores de Química y dos de Física. Disponen de dos ayudantes de Laboratorio para Física, Química y Biología, que preparan el material preciso para las experiencias y se cuidan de su conservación y limpieza.

Para otros detalles sobre la enseñanza en Inglaterra, véanse los artículos a que antes hago referencia.

En Escocia lo mismo que en la República de Irlanda, la enseñanza en general sigue las directrices de la inglesa con algunas pequeñas variantes. Sin embargo, mi impresión es que el nivel que alcanza, sobre todo en Irlanda, es mucho más bajo, cosa bastante natural, pues sus medios económicos no les permitirá gastar tanto dinero en educación.

Sentimos verdaderamente el que a causa de la inoportuna huelga de los pilotos de la Air Lingús no pudimos visitar un Centro de Enseñanza Media, como estaba previsto para la mañana del día de nuestra marcha. En su lugar tuvimos que ir a Belfast para coger allí el avión que nos llevase a Londres. Esta huelga amargó los últimos momentos en Irlanda de los Delegados y deslució la sesión de clausura, pues todos estábamos preocupados por encontrar un medio de transporte hacia Inglaterra o hacia el continente.

Quiero divulgar un rasgo del Gobierno de Irlanda que encuentro admirable. La enseñanza primaria es obligatoria como en todos los países, pero hay muchas pequeñas villas y casas aisladas en el campo para las que no es posible mantener una escuela. El problema lo resuelven pagando el transporte de los chicos en autobús, si es que lo hay, y si no por medio de taxis que los recogen por la mañana y los devuelven a sus casas por las tardes. Tampoco puede haber escuelas confesionales (protestantes y judías,

principalmente) en muchas localidades, y el Gobierno se preocupa y resuelve igualmente el que los niños de estas religiones puedan asistir a la más próxima, que a veces está a muchos kilómetros de distancia.

#### ESTADOS UNIDOS.

Es muy difícil poder sistematizar un esquema de la enseñanza de la Química en Norteamérica porque los Centros tienen gran libertad de organizar sus planes de estudio y, como además las materias son electivas, cada alumno puede formarse su propio plan con las asignaturas que prefieren. Así se da el caso de que hay muchos chicos que terminan los estudios medios sin saber ni una sola palabra de Química.

En el año noveno o décimo de la escuela (15 ó 16 años) se les da un curso de Ciencias en general y en el undécimo o duodécimo otro de Química, al cual se le dedica generalmente cinco días por semana (cinco a siete períodos de cuarenta y cuarenta y cinco minutos) durante nueve o diez meses y un término medio de ciento ochenta días de trabajo. Sólo el 24 por 100 de las escuelas tienen uno o dos períodos dobles para trabajo de laboratorio.

La Física se enseña en el siguiente curso. Hay alrededor de 525.000 alumnos que estudian Química y 310.000 que eligen Física, lo que supone alrededor del 32 y del 23 por 100 de la población escolar de los dos últimos cursos.

Sin embargo, también en América se está despertando gran interés en el profesorado de la Enseñanza Media y Universitaria para la renovación de los métodos de enseñanza y algunas entidades financian espléndidamente estos proyectos.

Precisamente los Delegados americanos que asistían al Seminario de Greystones pertenecían a dos de los principales Comités que con este objeto se han formado. Son éstos "The Chemical Bond Approach Project" (C. B. A.) (Introducción a la Química por el estudio de los enlaces), centralizado en Earleham College Richmond, Indiana, y "The Chemical Education Material Study", en Harvey Mudd College, Claremont, California.

También otras Universidades han organizado programas interesantísimos para la preparación de experimentos de laboratorio, películas instructivas, etc., etc. El "Chemical Bond Approach Committee" surgió como resultado de una reunión de profesores de Química de Enseñanza Media y Universitaria durante los veranos de 1957-58, para discutir la forma de modernizar el estudio de la Química en las High Schools y su coordinación con la Universidad.

Está presidido por L. E. Strong (uno de los conferenciantes de nuestro Seminario y Profesor de Earleham College, que es donde radica este Comité).

Durante los veranos de 1958-59, un grupo de profesores preparó, para experimentar en algunos Centros de Enseñanza Media, una serie de conferencias y prácticas de laboratorio, tomando como base central de la enseñanza de la Química el empleo de los enlaces químicos, para deducir las propiedades físicas y químicas de la sustancia, e inversamente, conociendo éstas, hallar la clase de enlaces que habrán intervenido en la formación de la molécula.

El proyecto ha despertado gran interés en toda América y son ya más de cincuenta las High Schools que están experimentando este método de enseñanza.

Mr. Strong nos obsequió a cada delegado con los libros que contienen estas conferencias y prácticas de laboratorio, que he de estudiar con detenimiento en cuanto tenga tiempo, pues los encuentro de gran interés.

Ultimamente he recibido, enviados por ese mismo Comité, entre otras cosas, un modelo de examen para alguno de los capítulos del libro. Son cuarenta cuestiones con cinco respuestas y una hoja donde el alumno puede marcar la que cree verdadera. Este test ha sido también preparado por varios profesores miembros de la C. D. A. P., en colaboración con "Educational Testing Service". Durante las vacaciones de verano se ha trabajado en la preparación de un centenar de profesores para la aplicación de este

método, y además se han revisado los textos y experiencias, corrigiendo los defectos y añadiendo otras.

Los otros dos representantes americanos del Seminario, J. A. Campbell y Robert Rice, pertenecen a la "Chemical Education Material Study", cuyo objetivo es, como su título indica, la preparación de medios complementarios de trabajo. Tanto los modelos estructurales como las películas de que antes he tratado fueron presentados por esta entidad.

Mr. Campbell, que es precisamente su Presidente, nos dio una conferencia sobre las posibilidades de los modelos para la explicación de las propiedades de las sustancias, que fue sin duda una de las más interesantes del Seminario.

Teniendo en cuenta que el clima renovador ya ha surgido también en América, y con gran entusiasmo por parte de los profesores jóvenes—que podrán disponer, además, de los medios económicos que precisen, pues siempre encontrarán una entidad cultural, industrial, bancaria... que financie espléndidamente la experiencia—y considerando además que no gravita sobre ellos el peso de tanta historia de la Química como sobre nosotros los europeos y, por tanto, les será más fácil desprenderse de lo que constituye la Química tradicional, unido a un espíritu práctico que nadie niega a los americanos; por todos estos factores, y si además consiguen que los estudiantes les secunden, es muy posible que en unos cuantos años de esas experiencias hechas en gran escala, sean ellos los que encuentren el método que revolucione y simplifique la enseñanza de la Química.

#### BÉLGICA.

La Enseñanza Media en los Liceos dura seis años, divididos en dos ciclos de tres cursos cada uno: inferior, desde doce a quince años, y superior de quince a dieciocho.

La Química empieza a estudiarse en el último curso del primer ciclo con un solo período por semana, y la materia es más o menos la misma de nuestro programa, pero supongo que con menos nivel. El ciclo superior se divide en varias secciones, pero en todas se dedica a la Química también un período semanal en cada curso. Se estudia sólo la Química Inorgánica, dividiéndola en tres partes. En la sección Latín-Ciencias de las humanidades clásicas se asigna una hora más a la Química Orgánica. En las humanidades modernas (Sección Ciencias B) se añade otra hora semanal más, cada año, para profundizar tanto en la Inorgánica como en la Orgánica, y a intensificar los trabajos prácticos. Esta sección no se encuentra en todos los Centros.

El número máximo de alumnos es treinta en el ciclo inferior y veinticinco para el superior. En la enseñanza privada, aunque con los mismos programas, su horario es más reducido y casi dedicado sólo al estudio de la teoría.

En los Centros de gran matrícula hay varios profesores de Física y de Química; en los pequeños, el mismo profesor enseña las dos materias.

En los Centros en que hay más de ochenta lecciones semanales entre Física, Química y Biología tienen un preparador para el laboratorio.

Los exámenes al final de los dos ciclos para obtener el certificado, son orales. El tribunal está formado por profesores de la misma escuela, uno de ellos el titular de la asignatura y otro profesor diferente es el que interroga. En el título superior, el tribunal está formado también por representantes del Gobierno. En general, no se hace examen práctico, salvo que el profesor los organice, facultativamente, para ciertas secciones especializadas.

No existen cursos de entrenamiento para profesores, pero un profesor novel, durante el primer año de enseñanza, ha de asistir a unas veinte lecciones de otro profesor experimentado, que al final deberá emitir un informe. La Inspección organiza con frecuencia jornadas pedagógicas, en las que los profesores de cada disciplina asisten a lecciones modelo, conferencias, demostraciones, etc.; pero no es ni obligatorio ni sistemático.

Como consecuencia del Seminario de Greystones, el representante Monsieur Jodogue, Inspector de Enseñanza Media, espera conseguir una revisión de los programas en un futuro próximo.

#### FRANCIA.

Como la Dirección General de Enseñanza Media, a través del Centro de Orientación Didáctica, ha enviado libros franceses a todos los catedráticos, y por la proximidad, facilidad del idioma e interés que siempre ha despertado entre nosotros la didáctica francesa, creo que todos tenemos una idea de la forma en que nuestros vecinos enseñan la Química. También las reuniones organizadas por la O. E. C. E. están ya dando sus frutos en la modernización de los textos. Espero con verdadero interés que Monsieur Eurin me envíe la nueva edición de su Química ya revisada.

Los profesores franceses se quejan de que no se le da a la Química en su país toda la importancia que merece. Efectivamente, solamente le dedican a la clase teórica una hora por semana durante los cursos segundo y primero (es decir, 5.º y 6.º) y hora y media en el terminal (clase de Mathématiques, 17-18 años). Para los trabajos prácticos se asigna hora y media cada quince días en los tres cursos.

Estas prácticas las hacen en el laboratorio con 24 alumnos como máximo. Es decir, cada semana las hacen la mitad de la clase, pues ésta debe admitir un máximo de 48 alumnos.

Para la preparación de las experiencias del día y también durante las sesiones de prácticas, tienen ayudantes que creo son Licenciados. Cada día el profesor deja una nota a su ayudante con lo que necesita preparar para la experiencia de clase, y éste monta los aparatos, prepara los reactivos, etc. y recoge después el material. No puede pedirse más. Creo que si en España disfrutásemos también de esos ayudantes, pocos serían los Centros en donde se diesen las Ciencias sólo teóricamente.

Nuestra Revista ENSEÑANZA MEDIA en su núm. 50-52 ha publicado las modificaciones que va a sufrir el examen de "Baccalauréat". La supresión de los orales era una cosa natural, que no se explica cómo ha tardado tanto tiempo en producirse, pues en todos los países son los mismos los problemas que crea el aumento del número de examinandos. Es de esperar que el nivel se mantenga igual, por lo que seguirá siendo, hasta ahora, una prueba fuerte para los alumnos, pero ganará en eficacia y comodidad.

Supongo que regirán las mismas normas que en los exámenes de los años anteriores. El ejercicio escrito se hace a la misma hora en toda Francia, reunidos los alumnos en algún Centro oficial, y con un solo tema para todos los tribunales. Los problemas y cuestiones los elige el Ministerio o la Universidad generalmente entre los que envían los profesores que lo desean.

Para corregir los ejercicios, que son anónimos, se reparten éstos entre diferentes profesores, a razón de unos ciento cincuenta ejercicios, y tienen alrededor de una semana para corregirlos. Si la nota de un alumno no llega a diez, pero se le aproxima, se estudia a fondo su Libro de Escolaridad y si éste es satisfactorio, se le considera aprobado.

En el examen de Baccalauréat no se exige ejercicio práctico por ahora.

#### OTROS PAÍSES.

En líneas generales, la enseñanza en los otros países se puede sintetizar en unos cuantos detalles. La edad de terminar fluctúa entre los 17 a los 19 años. En casi todos está dividida en dos ciclos. En el segundo, con otras subdivisiones en Ciencias y Letras.

Los países que más tiempo dedican a la Química son: Suecia, con trece horas semanales entre cinco cursos, de las cuales la tercera parte se dedica a trabajos prácticos. Inglaterra, quince períodos de cuarenta minutos entre los dos ciclos. Holanda, diez períodos en tres años del Gimnasio de Ciencias. Alemania, nueve horas en cuatro años. Dinamarca, seis horas en tres años. En Suiza estudian la Química a la edad de 17-18

años, durante tres semestres, con tres lecciones por semana en los dos primeros semestres y dos en el tercero, más otras tres horas dedicadas a trabajos de laboratorio. La orientación es muy moderna.

De los países que menos horas le dedican son *Turquía, Grecia, Noruega e Italia*. En este país el Bachillerato es eminentemente humanístico, y a las Ciencias, excepto Matemáticas, se les da poco valor sobre todo a la Química. La enseñanza es teórica. Lo contrario ocurre en las Escuelas Técnicas donde se da demasiada importancia a la práctica frente a la teoría y a las humanidades, por lo cual difícilmente pueden ingresar en las Universidades.

En la mayoría de los países los programas están anticuados, pero el profesorado lo remedia introduciendo en la enseñanza las teorías modernas.

Existen cursos de entrenamiento de profesores en algunos países. En Suiza el profesor de esos cursos, Mr. Grobb, fue uno de los conferenciantes y representante de su país en el Seminario.

\* \* \*

Espero, con lo que he escrito, haber dado una idea del espíritu que animó al Seminario de Greystones, y si consigo comunicar, al menos una parte de él, a todos los compañeros y a nuestras autoridades, no consideraré inútil mi viaje y el trabajo que indudablemente me ha supuesto.

## CONFERENCIAS Y COLOQUIOS: UNA PROPOSICION ESPAÑOLA APROBADA POR UNANIMIDAD

Hacia una mejor preparación de los nuevos Profesores.-Hoy que hacer Química experimental

Por ANDRES LEON MAROTO

La Reunión internacional para el estudio de la evolución de la enseñanza de la Química fue organizada por la O. E. C. E. (Organización Europea de Cooperación Económica), reuniendo en Greystones (Irlanda) a un grupo de unos cuarenta y cinco profesores de las distintas naciones que pertenecen a dicha Asociación internacional. Acudieron representantes, en número de dos o tres, de los siguientes países: Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Francia, Alemania, Grecia, Islandia, Italia, Luxemburgo, Holanda, Noruega, Portugal, Suiza, Suecia, Turquía, Inglaterra y Estados Unidos.

La reunión duró dos semanas, con sesiones por la mañana y por la tarde. El discurso de apertura estuvo a cargo del Profesor T. S. Wheeler, de la Universidad de Dublín (University College), que, además, fue el Director del Seminario. En líneas generales el Profesor Wheeler nos presentó los siguientes puntos:

a) El método tradicional de la enseñanza de la Química en las Escuelas Secundarias estaba fundado en la descripción y estudio de las propiedades de los elementos y sus compuestos. Era éste un método que ponía a prueba la memoria del alumno dando sólo una ojeada superficial del método científico, sin ninguna llamada a su imaginación.

Esto llevaba como consecuencia que muchos alumnos inteligentes renunciaban a elegir la Química en sus estudios universitarios.

Hoy, que los fenómenos químicos tienen en la vida diaria y en el progreso económico una importancia capital, ha llegado el momento de modernizar la enseñanza de esta disciplina. Es preciso enseñar la Química como una ciencia que suscite el interés de los alumnos y estimule sus facultades intelectuales, dejando de ser una mera descripción. Por otra parte, las teorías electrónicas de la Química son más fáciles de aprender y permiten adquirir un conocimiento más profundo de la ciencia química que los métodos tradicionales seguidos hasta aquí.

b) Estamos en la era de la Ciencia. La prosperidad de un país está en relación con el número de científicos y técnicos que emplea, y sólo los puede tener buenos si han recibido un adecuado entrenamiento básico en las Escuelas Secundarias.

Estamos convencidos de que las nuevas teorías de la Química *deben ser presentadas al alumno desde el primer curso de esta disciplina*, pues así luego serán capaces de dar a los hechos un orden lógico. *Aun la Química Orgánica se enseñará desde el principio, teniendo por base la teoría electrónica.*

c) Debo de señalar que en las Escuelas Secundarias hay dos clases de estudiantes: aquellos que sólo necesitan un conocimiento general de esta disciplina y aquellos que van luego a especializarse en ella. Esta reunión se ocupará principalmente, aunque no de una manera exclusiva, por los últimos.

d) Otro asunto importante del programa de esta Reunión, del cual quiero llamar particularmente la atención, es el relativo al problema de *educar y reentrenar a los profesores*. Hay quien tiene la falsa creencia de que el profesor con que sólo tenga un conocimiento elemental de esta Ciencia podrá enseñar bien al alumno, y esto es un profundo error. Huxley dijo: "No hay nada más difícil como enseñar adecuadamente y bien a alumnos que desconocen por completo la materia. Para ser un buen profesor elemental es necesario que esté completamente familiarizado con lo que va a enseñar."

e) Un estudiante que vaya a la Universidad debe de haber estudiado Ciencias durante cinco años. La "Royal Institute of Chemistry", que controla la adquisición de la profesión de Químico en el Reino Unido, en 1944, denunciaba la intensiva especialización en las Escuelas y señalaba que los estudiantes de Química y otras Ciencias debían de tener una amplia y básica cultura general. Una especialización prematura es censurable. El estudiante debe de ser enseñado para que aprenda lo fundamental y debe de ser entrenado para que llégue a tener pensamientos originales. *Debe de aprender principios y no hechos.*

Por todo lo manifestado consideró que la reunión encontraría dificultades, pero será de gran valor aun cuando sólo proporcione rutas para su solución. Si nuestras dificultades actuales son muchas, ¿cuáles serán las de nuestros sucesores dentro de cincuenta años?

CONFERENCIAS.—Todas las conferencias fueron de un enorme interés. La preparación técnica de los conferenciantes, a gran altura, y sus condiciones pedagógicas inmejorables. Después de cada conferencia, dada en inglés o francés (todos teníamos auriculares, a través de los cuales podíamos oír directamente la conferencia o su traducción al otro idioma), se establecía plena discusión para pedir aclaraciones, aprobar los conceptos o disconformidad total o parcial. Era éste, sin duda, el momento de mayor interés de la asamblea y cuando se podía apreciar cuál era el sentir de los asambleístas sobre cada problema tratado.

PRIMERA CONFERENCIA: "LOS PROGRESOS DE LA QUIMICA TEORICA DESPUES DE 1900", por el Dr. Kurt Grob, Profesor de Química del Real Gymnasio y de la Universidad de Zurich.

Hizo primero una rápida descripción de la sucesión de descubrimientos llevados a cabo desde 1900 a 1915 por Dalton, Kekulé, Werner, Drude, Ramsay, Rutherford y

Bohr. Entre 1916 y 1920 Kossel desarrolló la teoría de los octetes en la formación de los iones. El ion llega a ser el más importante constituyente de la materia de los átomos. La unión química es electrostática.

Lewis resuelve también el problema de la unión química aplicando el principio de los octetes; usa los átomos por medio de uno, dos o tres pares de electrones. Más tarde la mecánica mostró un momento de decisiva importancia con esos dobles en la unión química.

Nos hemos referido sólo al más sencillo modelo atómico, suficiente, por ahora, para nuestro propósito. Para penetrar un poco más en el terreno químico debemos usar un modelo más complicado, que deriva de estudios físicos (óptica, radiografía, etc.) sobre niveles de energía de los átomos en sus órbitas.

Las diferencias encontradas conducen a la división de las capas electrónicas en subcapas y éstas a su vez en grupos más pequeños. La subdivisión de los electrones en grupos está ya gobernada por el principio de Pauli y regla de Hund, y pueden así identificarse electrones *s*, *p*, *d* y *f*. Los electrones disponibles para uniones son los electrones aislados que siempre existen en el átomo o que se forman por rotura de un par de electrones y subsiguiente entrelazado. Esta teoría complicada hace posible entender el cambio en la valencia de un elemento, la extensión del principio de los octetes y la formación de compuestos complejos.

Profundicemos aún más en el modelo atómico. No se ha hecho mención del movimiento y posición de los electrones. Esto sólo puede ser establecido por mecánica ondulatoria, que nos proporciona con simples hechos la posición de los electrones *s* y *p*, lo que nos permite deducir la estructura espacial de las moléculas menos complicadas  $H_2O$ ,  $NH_3$  y  $CH_4$ , así como entender los dobles y triples uniones.

Así el alumno está ya avanzado en el estudio de los fenómenos químicos y esto debe de ser mirado como el punto culminante del "standard" pedido.

DISCUSIÓN.—Intervinieron Francia y Bélgica para apoyar las ideas del conferenciante, y Suiza indicó que el nivel que podría alcanzarse del alumno dependería mucho de la preparación que tuviesen los profesores.

## SEGUNDA CONFERENCIA: "LA IMPORTANCIA DE LAS NOCIONES DE ESTRUCTURA DE LAS MOLECULAS EN LA ENSEÑANZA ELEMENTAL DE LA QUÍMICA", por J. Bernard, Director adjunto de la Escuela Superior de Química de París.

Su idea principal fue hacer señalar que los progresos realizados en estos últimos años fueron no sólo sobre el edificio molecular de sustancias minerales, como fosfatos, boratos, silicatos, etc., etc., así como de sólidos imperfectos, como vidrio, semiconductores y metales, sino también los de los compuestos orgánicos. El estudio no sólo debe de hacerse sobre una descripción estática exclusivamente del edificio molecular, sino también sobre sus relaciones directas con los problemas de ligazón, afinidad, cinética, etc. Hay que estudiar el concepto tridimensional de la molécula desde el primer contacto que tenga el alumno con la Química. La fórmula plana no es más que una primera aproximación de la espacial. Los átomos deben de representarse con sus tamaños; para ello son muy útiles las moléculas hechas con esferas.

DISCUSIÓN.—Se planteó el problema de si estas nociones no deberían dejarse para segundos o terceros cursos de Química, pero la opinión general, apoyada fuertemente por Holanda, Suiza y Estados Unidos, fue de que debe de hacerse desde el primer contacto que tenga el alumno con la Química. Suiza insistió en que debe de hablarse al alumno desde su primer contacto con la Química de ideas que luego en estudios superiores tengan una gran importancia. El representante de Francia hizo resaltar que a un alumno no se le deben de dar, sólo por el hecho de que sean fáciles de entender, ideas que más tarde se tenga necesidad de rectificar. España (Sr. León) aprobó las

ideas del conferenciante, con las observaciones dadas por el representante francés. La asamblea aprobaba con gran entusiasmo las ideas del profesor Bernard:

Hay que hacer representaciones estructurales desde el comienzo del estudio de la Química.

**TERCERA CONFERENCIA:** "COORDINACION DE LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA, DE LA FÍSICA Y DE LAS MATEMÁTICAS EN LAS ESCUELAS SECUNDARIAS", por M. Eurin, Profesor del Liceo "Charlemagne", de París.

La Química goza de un privilegio entre las Ciencias, próxima a las Ciencias Naturales, pues es una ciencia de observación, hace apelación al razonamiento matemático en su nivel superior y se encuentra en relación estrecha con la Física en lo que concierne a las propiedades generales de la materia y fenómenos eléctricos, ópticos y magnéticos.

El conocimiento de matemáticas que necesita un principiante en Química es muy pequeño. No va más allá de las reglas elementales de aritmética, llegando a la ecuación de primer grado. Por otra parte, la Química aporta una contribución muy valiosa a la Geometría del espacio, con la utilización de modelos de estructura molecular y el estudio sobre estos modelos de las relaciones de simetría de los poliedros. En un nivel más elevado, el estudio de la cinética química, por un lado, y las teorías electrónicas, por otro, piden conocimientos avanzados de matemáticas, pero dentro de los conocimientos de las Escuelas Secundarias.

La Física y la Química se soportan una a otra. Toda una parte de la Química envuelve las llamadas propiedades físicas; fusión, ebullición, cristal, propiedades de los gases, etc. Las leyes físicas que los químicos tienen necesidad de aplicar, ¿deberían ser conocidas por los principiantes en Química o deberán ser enseñadas por el profesor de Química? Aquí aparece el problema de la coordinación de las dos enseñanzas. El mismo problema se presenta para los fenómenos eléctricos fundamentales. La electrolisis es esencial a la Química desde sus primeras lecciones. ¿Debe de ser enseñada la Física y la Química por el mismo profesor? Hay ciertamente muchas ventajas en ello para la coordinación y para un mejor conocimiento del alumno. Hay también inconvenientes, pues muchos profesores tienen tendencia a sacrificar una de estas disciplinas, y la que es casi siempre sacrificada es la Química (por lo menos en Francia).

Las Ciencias Naturales son las que esencialmente necesitan de la Química. Los biólogos tienen necesidad de una Química altamente compleja, que parece difícil poderles dar a los alumnos de dieciséis a diecisiete años. Los geólogos pueden más fácilmente coordinar sus enseñanzas con las de la Química mineral, pues las dos disciplinas se complementan.

**DISCUSIÓN.**—La cuestión de un solo profesor para la enseñanza de la Física y de la Química se presenta en la Asamblea sumamente complejo, pues las distintas naciones tienen resuelto este problema de maneras muy diferentes. Suecia tiene profesores diferentes; cree que la unión de Matemáticas y Química es buena, pero la de Física y Química o Química y Biología es demasiado fuerte para el profesor. Holanda tiene una gran variedad; los tiene de Matemáticas y Física, de Física y Química y de Química y Biología. Inglaterra tiene profesores que explican Física, Química y Biología. Bélgica cree que debe de haber profesores diferentes para Física y Química y que la enseñanza de la Química Orgánica debe de ser orientada hacia la Biología. Irlanda considera que en los primeros cursos debe de ser el mismo profesor, pero diferente en los estudios superiores. España (Srta. Uriel) manifiesta que el tener el mismo profesor da muy buenos resultados en su país.

CUARTA CONFERENCIA: "PRESENTACION A LOS ALUMNOS DE LAS REACCIONES DE OXIDACION-REDUCCION Y REACCIONES ACIDO-BASE SEGUN LA TEORIA ELECTRONICA DEL ATOMO", por A. Stieger, Profesor de Química de Zurich.

Tuvo esta conferencia una enorme importancia. Las ideas principales expuestas por el Dr. Stieger fueron las siguientes:

a) Las reacciones químicas entre las sustancias son interacciones entre los electrones de valencia de sus átomos. Por ello la descripción del mecanismo de una reacción debe darse como indicación de la conducta de los electrones.

b) Fenómenos de oxidación-reducción. Se explica hoy la oxidación por la pérdida de electrones de los iones, y la reducción, por la captura de ellos. Así, en el cloruro sódico el Na pierde un electrón:



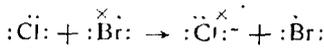
y el cloro lo gana:



Ilustramos la pérdida de electrones por medio de una *escala electropositiva* y la captura por una *electronegativa*. Así se tiene: si se introduce una lámina de cinc en una disolución de sulfato de cobre se tendrá:



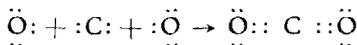
Si se pasa cloro por una disolución de bromuro, se producirá:



Si una lámina de cinc se introduce en ácido clorhídrico, nos dará:



Otra categoría de reacciones de oxidación son las que tienen lugar entre dos átomos de no metales cuando están en contacto. Los electrones de uno de ellos se separan algo del átomo y los electrones del otro se aproximan. Ejemplo:



Al moverse los electrones ligeramente del átomo de carbono, éste se *oxida*, y al acercarse algunos a los átomos del oxígeno, éstos se *reducen*. El flúor y el oxígeno son los mejores *aceptores* de electrones, por lo que serán los mejores *oxidantes*.

También es posible una transferencia total de electrones entre un átomo metálico y uno de oxígeno. Ejemplo:



Algunos importantes agentes oxidantes actúan liberando átomos de oxígeno, que son, como hemos visto, aceptores de electrones.

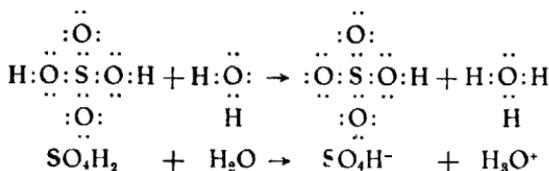
*Reacciones ácido-base.*—Al disolver el ácido clorhídrico en agua se rompe su enlace covalente; el protón resultante, que no puede existir en estado libre, se liga con el doblete electrónico de la molécula de agua:



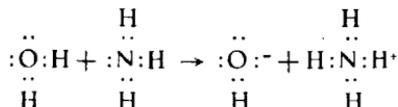
En general se verifica:



Veamos ahora el caso del ácido sulfúrico:



Otro ejemplo es la disolución del amoníaco en agua:



La transferencia del protón H de una partícula (H : X) a otra (: Y), de un doblete a otro, es típico de la reacción ácido-base. El protón es como una bola que pasa entre los pares de electrones. En este punto de vista, que está basado en la conducta electrónica, podemos definir un ácido (H : X; H : Y) como un *donante de protones* y una base (: X, : Y<sup>-</sup>) como un *ceptor de protones*. (Interpretación de Bröwnsted.)

*Estas nuevas definiciones envuelven un cambio radical en la nomenclatura, pero esta nueva nomenclatura no tiene dificultad para el estudiante que no conoce otros sistemas.*

Podemos predecir cuándo y cómo tendrá lugar la transferencia de electrones y hasta cierto punto la constitución de los ácidos y bases, pues la estructura electrónica de la molécula e iones nos dan una indicación.

Esta nueva interpretación de la conducta de los ácidos, bases y sales en disolución acuosa, hasta aquí tan variada (caracteres anfótero, neutralización, hidrólisis), da una unidad orgánica a todas estas sustancias.

**DISCUSIÓN.**—Fue muy animada. *Dinamarca* apoya con gran entusiasmo la inclusión de la teoría de Bröwnsted a la enseñanza elemental. En su país se explica ya en las Escuelas Secundarias. *Suecia* dice que la teoría de Bröwnsted fue muy discutida en estos últimos veinte años, pero la considera hoy necesaria. *Italia* pone algunos reparos, pues cree puede causar confusión. En Química Orgánica no ha encontrado aún aplicación. *Francia* defiende su eficacia en las Escuelas Secundarias. La explicación de la electrólisis del cloruro sódico fundido se hace con ella muy sencilla. *Suiza* cree que es difícil para las Escuelas Secundarias y que debería dejarse para las Universidades. *Estados Unidos* la defiende.

**QUINTA CONFERENCIA:** "LOS REQUERIMIENTOS DE LA UNIVERSIDAD", por el Dr. W. Cocker, Profesor de Química del "Trinity College" (Universidad de Dublín).

Los estudiantes de Química de la Universidad deben de tener un buen conocimiento de una lengua moderna. Los irlandeses y británicos estudian el francés o el alemán, pero debería de agregarse también, para elegir, el ruso.

Deben de tener un buen conocimiento de Matemáticas (geometría, álgebra y cálculo diferencial e integral). Ampliación de Física y de Biología deberán de ser estudiadas en la carrera.

Lo principal es que tengan entusiasmo por esta Ciencia. Se da muy frecuentemente el caso de que han elegido la especialidad en Química sólo como un medio de tener

luego una buena colocación o porque son necesarias para la Medicina o Ingeniería. Si los profesores de Química de las Escuelas Secundarias son capaces de inculcar al alumno entusiasmo por esta Ciencia, habrán hecho un buen servicio a la profesión.

Es fundamental que al alumno desde el principio del estudio de la Química se le enseñe a observar y tomar con claridad nota de sus observaciones.

Cuando empiece a estudiar la Química descriptiva, se le deberá introducir una amplia concepción de la estructura atómica y de la tabla periódica. Se le enseñará la teoría de Bröwnsted y el concepto de oxidación y reducción en relación con la teoría electrónica.

El alumno deberá realizar el mayor número de trabajos prácticos posibles para que se acostumbre a la limpieza, observación y precisión. La Química no debe nunca ser de cocina, sino una ciencia exacta.

**SEXTA CONFERENCIA: "LOS REQUERIMIENTOS DE LA INDUSTRIA"**, por el Dr. A. K. Milla, Jefe Químico de la fábrica de cervezas "Guinness", Dublin.

Para la industria química en general son necesarios:

- a) Investigadores.
- b) Diseñadores de plantas, con conocimiento de materias crudas y aparatos de control.

c) Ayudantes para los dos grupos anteriores.

Para las necesidades a) y b) el personal debe de reclutarse en las Universidades; para los del grupo c) deberán de tener un buen conocimiento general de los principios de la Química. No es necesario se familiaricen con los distintos tipos de aparatos que hay en la moderna industria química, pero sí necesitarán tener precisión, limpieza y buen espíritu de observación. La mayor parte de ellos tendrán oportunidad de estudios superiores en las Escuelas Técnicas. El curso que se dé a estos ayudantes deberá concentrarse en los principios fundamentales en los que se ha edificado la Ciencia Química. Deberán de hacer trabajos prácticos individuales con aparatos lo más sencillos posible. La industria recibe con agrado a los que han adquirido principios básicos, que son los que les capacitan para hacer trabajos precisos.

**SEPTIMA CONFERENCIA: "RECIENTES AVANCES EN QUIMICA PRACTICA"**, por el Dr. R. J. Magee, Lector de Química en Queens University, de Belfast.

En los últimos años la Química ha asumido un importante papel en la vida diaria y en el avance económico. Las investigaciones químicas, por ello, han tomado una importancia tal que hubiese sido imposible alcanzar hace 20-30 años. Muy pocas industrias de importancia son las que no tienen hoy departamento de investigación. Los frutos con ello alcanzados han sido enormes, pero ha llevado consigo el aumento de problemas complejos. Ha habido necesidad de hacer análisis minuciosos y rápidos de las primeras materias y productos manufacturados así como de las fases intermedias en la fabricación. El control de trazas de impurezas es frecuentemente necesario. Los métodos de análisis empleados antes eran ineficaces y lentos y ha habido que desarrollar nuevos métodos mucho más precisos y rápidos. Entre ellos citaremos: Espectroscopia, Fotometría de llama, Polarografía y Colorimetría, Fluorescencia por rayos X, Técnicas de separación (absorción, partición, cromatografía de gases, cambiadores de iones).

Este avance en los métodos analíticos ha hecho progresar también los llamados métodos clásicos. Así se ha desarrollado el análisis termo-gravimétrico, dosificaciones complejométricas, dosificaciones en disoluciones no acuosas, dosificaciones de alta frecuencia y nuevos reactivos.

Hay, pues, tantos métodos, que el problema que se ofrece al analista es muy fre-

cuentemente el de la selección de los mejores, lo cual muchas veces no es una empresa fácil y requiere mucha experiencia.

\* \* \*

Después de estas tres últimas conferencias se formaron tres ponencias para que estudiasen los problemas presentados y los llevaran a plena discusión de la Asamblea. De esta discusión se tomaron los siguientes importantes acuerdos:

Hay que separar la Técnica de la Ciencia. Es difícil que en una enseñanza elemental y aún en la universitaria se pueden cubrir las necesidades que requiere la industria. No debe haber especialización. *Lo importante es conocer lo que pasa en las reacciones. Deben hacer los alumnos mucha experimentación y muchas prácticas. Las experiencias deben ser extremadamente sencillas. Nada de aparatos en los que el alumno no vea lo que hay detrás. Lo más importante es que el alumno vea el proceso, aunque los aparatos empleados no sean muy delicados. En las nuevas Escuelas Secundarias deben ser montadas clases-laboratorio. No es deseable una enseñanza hecha a base de encerado. Para las clases prácticas, el grupo de alumnos no debe pasar de 24. El alumno no debe tener muchos profesores y el profesor muchos alumnos. La cromatografía se puede enseñar en las Escuelas Secundarias. Los alumnos de Escuelas Secundarias deberán estudiar dos idiomas.*

OCTAVA CONFERENCIA: "LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA A ALUMNOS DE 14-16 AÑOS", por el Profesor Karl Stein, Profesor de Química en el Gymnasium de Bad Segegg (Alemania).

¿Deben de usarse para la enseñanza los métodos modernos que explican los procesos químicos bajo la base de la estructura del átomo y sus capas electrónicas? Cree el doctor Stein que los oponentes a éste se basan en un error, pues suponen que lo que se intenta es enseñar la Química por métodos deductivos, cuando éstos no deben emplearse hasta que puedan ser apoyados por la experimentación. Este método tiene un objeto, que es el confirmar las teorías después de la experiencia.

Los alumnos de 14-16 años no sólo son capaces de pensar en los objetos que les rodean, sino que su inteligencia está suficientemente avanzada para captar cosas más complicadas. La enseñanza de la Química a estos alumnos debe ser tal, que lleguen a conocer las simples leyes químicas, y tengan, además, una clara visión del "mundo de la Química". Estima que estos alumnos, aún al final de esta etapa de su vida, no tienen aún desarrollada su inteligencia para admitir el mundo abstracto. Por ello cree que el método científico sólo puede ser empleado en clases más avanzadas (17-18 años). Sin embargo, hay que abrir la mente de los alumnos de 14-16 años para hacerles comprender lo que es el átomo y los iones. Partiendo de esta base se podrá considerar cuáles deben ser las cuestiones que se les deberán presentar. Se reducirán a un número muy restringido de elementos químicos y compuestos suficientes para dar una visión general y deducir las leyes más importantes. Deberán elegirse principalmente materias de nuestros alrededores (aire, agua, etc.), con las cuales el alumno, aunque de una manera vaga, está más familiarizado. Hay que introducir el concepto de metal y de no metal, explicar estados de agregación, transformaciones químicas, mezclas y procesos para separarlas de sus componentes, temperatura de reacción y calor de reacción.

Al estudiar el agua experimentalmente, se llegará al concepto de molécula, temperatura de reacción y calor de reacción, y a las leyes de Avogadro. Se introducirá ya la representación del átomo y de la molécula. Luego se estudiará la sal de cocina, los compuestos de carbono, azufre y nitrógeno. Se llegará así al concepto de óxido y a que un óxido más agua da un hidróxido. Con ejemplos específicos se llegará a demostrar que un hidróxido de un no metal es un ácido, y un hidróxido de un metal, una base. Entendidos estos conceptos, se podrá llegar al concepto de neutralización y de sal.

En este curso se dará muy poca importancia a los procesos técnicos.

Una serie de electrólisis, usando sustancias conocidas por los alumnos, nos conducirá a la conclusión de que las cargas eléctricas juegan una parte importante en la combinación y podremos llegar entonces a explicar el átomo de Bohr.

**NOVENA CONFERENCIA: "ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA PARA LOS ALUMNOS DE 16-18 AÑOS"**, por el Dr. Bertil Boren, Profesor de Química en el Colegio de Profesores de Estocolmo.

*El fin de la enseñanza de la Química en las Escuelas Secundarias es hacer interesarse al alumno por ella y dejar una base firme para los estudios universitarios. El éxito de esta labor depende de las siguientes circunstancias: habilidad del profesor, condiciones del alumno, programas y métodos de enseñanza. Sólo de este último punto trataremos aquí.*

La enseñanza de la Química en Suecia se hace en los siguientes cursos:

1	curso	alumnos	de 14 años	...	...	...	3	horas	a la semana
2	"	"	" 15 "	...	...	...	1 1/2	"	"
3	"	"	" 16 "	...	...	...	3	"	"
4	"	"	" 17 "	...	...	...	3	"	"
5	"	"	" 18 "	...	...	...	3 1/2	"	"
Total							15	"	"

La enseñanza debe estar basada, principalmente, en experimentos hechos por los propios alumnos y en los que haga el profesor. Las consecuencias de la experimentación hecha por los alumnos deberán ser guiadas por el profesor, pues de otra manera los progresos serían demasiado lentos.

La teoría atómica hay que presentarla al alumno como un postulado y luego ser confirmada por algún experimento cuantitativo.

*Es importante que el alumno pueda pronto sistematizar los conocimientos químicos basándose en la estructura atómica. Para ello se deberá presentar la tabla periódica, haciéndoles estudiar, por lo menos, la estructura electrónica de los 20 primeros elementos. De esta manera, el estudio de cada elemento se hará en relación con su posición en la tabla periódica.*

La ley de acción de masas se puede decidir cinéticamente cuando se estudian reacciones con gases homogéneos. Más tarde esta ley deberá aplicarse a la protólisis de ácidos débiles.

*La teoría de Brönsted se empleará para el concepto de ácidos y bases. No debe darse el concepto de normalidad, sino el de molaridad.*

Puesto que el estudio de las propiedades de los elementos y compuestos químicos depende de la estructura de sus átomos y de la de su molécula, el número de compuestos que deben ser examinados y el número de detalles que deben ser aprendidos por los estudiantes se puede reducir considerablemente. Se deberá injertar modernidad en los libros de prácticas.

*Se explicarán los fenómenos de oxidación-reducción, llegando al número de oxidación. El estudio de los modelos estructurales es esencial.*

**Discusión.**—Después de estas dos conferencias se tuvo larga discusión muy apasionada. Grecia no cree que sus alumnos estén en condiciones de llegar tan profundamente en la Química. Suecia cree que los nuevos métodos industriales son más fáciles de explicar. Deben hacerse más prácticas de Química Orgánica. E. U. A. (Prof. Strong) cree debe darse la máxima importancia a las nuevas ideas que unen hechos, que antes no tenían relación alguna. Las propiedades de las sustancias están relacionadas con los

diferentes tipos de unión entre sus elementos constitutivos. Las reacciones químicas se producen por rotura o formación de uniones químicas. *Norteamérica da tal importancia a la formación de profesores*, que gasta al año 600.000 dólares en su entrenamiento. *Suecia cree que el profesor debe saber mucho más de lo que enseña*. *Holanda considera necesario un curso previo de Física antes de entrar en la Química*. Se pide un nivel demasiado elevado, difícil de conseguir en su país, por ser en enseñanza muy tradicionalista. *Suiza no cree sea el nivel elevado, y considera que la enseñanza de la Física y de la Química no deben darse por separado*. *Islandia considera que el estudio de la Química debe hacerse como el de una ciencia de cultura*. La parte experimental es necesaria para interesar a los alumnos. *Un observador de Irlanda: Le gustaría poder enseñar la Química con arreglo a las ideas generales expuestas, pero no sabe cuándo podrá en su país emplear estos nuevos procedimientos*. *Francia: Sería conveniente señalar cuáles son los hechos experimentales que deberán hacerse para sacar de ellos la teoría*. Desde el principio del estudio de la Química será necesario que el alumno tenga nociones de electrostática.

DECIMA CONFERENCIA: "PODA Y SIMPLIFICACION DEL PROGRAMA FUNDAMENTAL DE ENSEÑANZA", por el Dr. W. Laurence E. Strong, Profesor de Química y Director del Departamento de Química de Earlham College, Richmond (Indiana).

Los E. U. A. se preocupan en estos momentos de encontrar nuevos métodos de presentación de los rudimentos de la Química. Hay muchos profesores de Escuelas Secundarias que no están satisfechos con los medios que disponen para sus enseñanzas. La tentativa actual más avanzada es la de construir un curso de Química elemental que esté centrado sobre la noción de valencia química. Las bases se hicieron después de una reunión que tuvo lugar en el verano de 1957 en Reed College, Portland (Oregón). Las discusiones duraron dos años y condujeron a una conferencia de seis semanas, en las que se estableció el proyecto preliminar de un curso llamado "Iniciación de la Química por el estudio de las ligazones químicas" (abreviadamente, C. B. A.: Chemical Bound Approach). Este curso a título de ensayo se ha dado en nueve Escuelas Secundarias y la experiencia sirvió de base a una discusión y revisión de programas y métodos. Se proyecta formar en este nuevo método a unos cien profesores en el verano próximo. En este método se estudian las uniones covalentes, metálica e iónica. La Química se presenta como el estudio de sistemas en los que intervienen cambios de propiedades. Para explicar estos cambios distinguen los químicos tres aspectos fundamentales: estructura, energía y evolución de la reacción. Se insiste mucho sobre las relaciones espaciales en el interior de la molécula y de los cristales. Haciendo uso de las nociones de órbitas electrónicas y del radio atómico, se puede dar aún a los principiantes una idea sistemática de lo que son los compuestos químicos. La parte nueva de la enseñanza elemental estará concentrada en el estudio geométrico de las órbitas electrónicas, recubrimiento  $\sigma$  y  $\pi$ , orbitales de hibridación, estructura de cristales, estudio de las moléculas en el espacio, energía de reacción, estructura de cristales, estructura de metales y aleaciones, ligazón polar, covalente y de hidrógeno, así como un estudio sistemático de un grupo funcional.

Paralelamente a la enseñanza oral, los alumnos procederán a una serie de experiencias que se les presentarán como problemas que tienen que resolver con un mínimo de ayuda; para ello se da a los profesores referencias detalladas. Algunas de estas experiencias exigen datos cuantitativos, mientras que otras están fundadas en la observación cualitativa y en la deducción. Se piensa preparar una serie de experimentos destinados a acompañar la exposición oral.

Por lo que se lleva hecho, se demuestra que una enseñanza de este género es accesible a los alumnos de nivel escolar secundario. Está en estudio un programa de exa-

men que será destinado a dar información más detallada y precisa sobre el grado de eficacia de las diferentes partes del curso. Se piensa que para el año próximo se pueda hacer una revisión y nuevas experiencias.

**UNDECIMA CONFERENCIA: "NUEVOS MATERIALES PARA LA ENSEÑANZA (LIBROS DE TEXTO, PELICULAS, MODELOS MOLECULARES)",** por el Doctor J. A. Campbell, Profesor y Director del Departamento de Química de Harvey Mudd College.

Relata la preocupación que hay en América por hacer una enseñanza de la Química más moderna. Hay un número grande de Escuelas Secundarias que ensayan diferentes métodos de presentar ideas y hechos químicos, habiendo inventado sus propias experiencias, elegidas de forma que preparen al alumno para tipos de investigación que estén a su alcance. Se observa que estas Escuelas usan cada vez más películas y modelos moleculares. En cuanto a películas, se han hecho muchas críticas. La mayor parte de las que ahora existen han sido hechas por firmas industriales con vistas exclusivamente al negocio. Hoy se hacen esfuerzos para producirlas teniendo en cuenta a directores técnicos (Profesores de Escuelas Secundarias), y los resultados van siendo altamente satisfactorios.

En cuanto a modelos moleculares, presentó una gran colección, muchos de ellos de gran valor pedagógico.

**DISCUSIÓN.**—Fue muy animada. *Holanda* pregunta: ¿Deberán los alumnos hacer los modelos? Esto fue rechazado por el tiempo que emplearían en ello. *Suecia* manifiesta que tiene muy buena experiencia en su utilidad. Los universitarios aprecian mucho el poder recibir alumnos familiarizados con estos modelos. *Irlanda* no participa del entusiasmo que estos modelos producen. Hay algunos que son erróneos. *Francia* los considera de gran utilidad. En general, la Asamblea se pronuncia en favor del empleo de modelos moleculares.

**TRABAJO DE LOS GRUPOS Y RESOLUCIONES.**—Terminada, digámoslo así, la parte informativa y teniendo ya una idea del pensamiento de la Asamblea, no sólo por las discusiones que tuvieron lugar después de las conferencias, sino por los contactos personales de semana y media de convivencia, procedió el Profesor Wheeler a nombrar tres grupos, a fin de que por separado redactasen, cada uno, un cuestionario de las materias que creyesen debían ser explicadas a los alumnos de las Escuelas Secundarias, dividiendo estas materias en dos grupos: uno elemental de introducción y otro ya de preparación para los estudios universitarios, sin perder de vista los necesarios para adquirir una cultura general.

En el segundo grupo, en el que fue incluida la representación española, el Profesor Liberty, que juntamente con el Dr. Grove lo dirigía, propuso en la primera reunión fuese discutida la proposición del Dr. León, de que, dada la naturaleza experimental del primer curso de Química, debería ser presentada a los alumnos a base de experimentos, a ser posible hechos por ellos mismos bajo la dirección del Profesor, sin utilizar libro de texto alguno, sino un cuaderno en el que escribirían las experiencias realizadas y las consecuencias y leyes a que éstas les habían conducido. La discusión que siguió a esta proposición fue animada. *Francia* manifiesta que ellos ya empleaban este procedimiento. Crea aptitud a los alumnos para hacer futuros investigadores. Hay necesidad de introducir las ideas modernas después de los hechos experimentales. *Suecia* apoya este método deductivo. *Bélgica* cree interesante excitar la curiosidad del alumno por el método experimental. *E. U. A.* lo considera esencial, pues si se le da al alumno un libro en el que se describe el experimento y las consecuencias que de él se deducen, el experimento no servirá para crear su espíritu de observación. Algunas objeciones

a esta idea fueron rebatidas satisfactoriamente por el Dr. León y la proposición fue aprobada por unanimidad.

Terminados los tres informes, que se publican al principio de estas notas sobre la Reunión, se discutieron en una sesión general. La discusión sobre ellos fue muy acalorada, manifestándose tres tendencias distintas: los que consideraban era mejor elegir uno de ellos, los que creían se debía nombrar una Comisión que fusionara los tres en una sola recomendación y los que creían mejor se diesen a conocer los tres a los Ministerios de Educación de los diferentes países, a fin de que, después de darlos a conocer a Comisiones de profesores nombrados por dichos Ministerios, enviasen al O. E. C. E. su criterio. La segunda proposición, que era sin duda la mejor, no podía tener realización práctica por no disponer de tiempo, ya que por la huelga de pilotos del aeropuerto de Dublín quedaba cerrado el tráfico aquella noche a las doce y había muchos representantes que habían tomado billetes para salir de Dublín aquella misma tarde. Por ello se tomó en consideración el envío de los tres informes a los respectivos países allí representados, a fin de que emitan su opinión sobre los mismos.

Los elementos directivos del Seminario tomaron entonces las importantes resoluciones 1), 2), 3) y 4) que se indican después de los tres informes que se publican como introducción a estas notas y al trabajo de doña Cándida Uriel.

**NECESIDAD DE UNA RENOVACION METODOLOGICA.**—Creo he dado una idea de los trabajos llevados a cabo en la reunión de Greystones. No tengo la menor duda de que todos los Profesores de Química de los Institutos de España se interesarán por las distintas ideas que se emitieron. Aparte de pequeñas discrepancias de procedimiento, la opinión casi unánime de todos los allí reunidos, es la necesidad de una renovación en los métodos de enseñanza, así como *una mejor preparación de los nuevos Profesores. Hay que acabar con la enseñanza simplemente teórica, dada a base de encerado. Hay que hacer Química experimental, y en la medida de lo posible que las experiencias sean hechas por los propios alumnos.* Para ello hasta se pidió que el O. E. C. E. se dirija a los Gobiernos de las naciones que pertenecen a esta Asociación, pidiéndoles una mayor contribución económica para las Escuelas Secundarias, a fin de que éstas puedan realizar este fin.

Considero de enorme importancia la formación de los grupos a), b), c) y d) señalados en las resoluciones adoptadas. Estos nos darán una valiosa información para la renovación de la enseñanza de la Química.

Fue una gran lástima que por la huelga de pilotos del aeropuerto de Dublín tuviesen que suspender la discusión general sobre "Problemas de la formación y perfeccionamiento de los profesores de Química", que estaba anunciada. Este problema, apasionante, interesaba a todos los países, aun a aquellos que ya tienen Escuelas de Formación del Profesorado. A este respecto, E. U. A., con sus enormes energías y medios materiales, lleva ya realizando una labor que debe ser conocida por todos. Las publicaciones del grupo C. B. A. deberían ser divulgadas.

El grupo español pudo ver con satisfacción que el profesorado de nuestro país está a la altura de las circunstancias. Algunos Asambleístas quedaron sorprendidos al ver libros españoles que ya en 1955 habían introducido la teoría de Brönsted para explicar el concepto de ácido y base. Nuestros alumnos, así como los italianos y franceses, tienen una mentalidad más desarrollada a los 14-15 años que la que tienen en los países nórdicos, y pueden comprender perfectamente las ideas abstractas. Con medios materiales suficientes y una mayor consideración social, podremos conseguir lo que han logrado otros países. Preparación y buena voluntad no nos falta.