

COMUNICACIONES DIDACTICAS

CENTRO
de
ORIENTACION
DIDACTICA

FISICA y QUIMICA

Seminario de Greystones (Irlanda) sobre el estado y desarrollo de la enseñanza de la Química

Resumen coordinado de los informes de los Grupos de trabajo

INTRODUCCION

1. La finalidad primordial de las recomendaciones de este Seminario es la de favorecer las reformas en la enseñanza de la Química en los centros de Enseñanza Media, en el sentido de que los estudiantes se sientan más atraídos por el estudio de esta disciplina. ¿Qué posibilidades ofrece la Química para atraer este interés?

2. En primer lugar, existe la posibilidad de que los hechos por sí mismos parezcan tan satisfactorios a los estudiantes como para despertar en ellos un serio interés sobre el tema. En esta Era atómica este aspecto de la Química no es tan favorable como lo fue hace unos cincuenta años. El encanto exótico y el sabor excitante de la Química de aquellos tiempos se ha trasladado ahora, en una gran parte, a la Física atómica y a la Física del espacio. Es este un hecho con el que hay que enfrentarse, aunque es negado por los químicos viejos y los Profesores de la antigua Química, quienes no pueden figurarse a los estudiantes jóvenes menos atraídos por el mundo de hechos químicos de lo que ellos mismos lo estuvieron. Sin embargo, los experimentos siguen siendo atractivos y los experimentos químicos, aun los más sencillos, constituyen un espectáculo impresionante para los muchachos de catorce años.

3. La apreciación de esta situación provoca la pregunta de cómo puede ser aumentada la atracción por la Química como disciplina a un nivel más elevado, por ejemplo, para estudiantes del grupo de los 16-18 años. Algunos opinan que la racionalización de los hechos es la única respuesta a esta pregunta. Esta racionalización podría ser matemática en el sentido de aplicar fórmulas matemáticas, tanto como sea posible, a este nivel. El ejemplo más notable de ello es naturalmente el empleo de la ley de la acción de masa para diferentes problemas. En algunos países se han hecho avances considerables en este sentido y se espera que otros países sigan el ejemplo. Esta racionalización formal tiene atractivo para los estudiantes más intelectuales.

4. Sin embargo, es aún más importante el poder discutir las reacciones químicas en términos de los enlaces químicos y es esta una parte de la Química con la que pueden disfrutar todos los estudiantes si es estudiada adecuadamente. Este aspecto de la enseñanza de la Química es relativamente nuevo en los centros de Enseñanza Media, y aún queda mucho por hacer. Lo más importante en este respecto es que las ideas acerca del enlace químico formen un cuerpo de doctrina para los hechos de la Química, y desde este punto de vista es como debe ser leído y entendido este informe.

5. Como estos hechos de la Química sólo pueden ser acumulados mediante trabajos prácticos de laboratorio, es de suma importancia valerse de experimentos realmente instructivos. Por lo tanto, se sugiere que la O.E.E.C. apoye la preparación de un Manual que contenga ejemplos seleccionados de experimentos de tipo apropiado para ilustrar el estudio moderno de la Química. Existe, sin embargo, la dificultad de que las escuelas de la mayoría de los países europeos pueden estar mal equipadas para una empresa de este tipo. Si bien es factible alguna adaptación, es imposible, indudablemente, enseñar la Química de acuerdo con las exigencias actuales sin inversiones considerables en material de laboratorio, y así debe hacerse saber a las autoridades responsables de los países miembros.

6. Por otra parte, el disponer de un Profesorado cualificado y el grado de coordinación de la enseñanza de la Química con la de otras materias como son las Matemáticas, la Física y la Biología, pueden decidir hasta qué punto pueden ser llevadas a la práctica las recomendaciones de este informe. Serán necesarios, sin duda, extensos programas para el adiestramiento y readaptación de los Profesores, y en este punto y en el adiestramiento de los Profesores en la actualidad debe buscarse la íntima cooperación de las autoridades universitarias. Esto podría tener como resultado una coordinación más íntima de la labor científica realizada en las escuelas con los progresos en las fronteras del conocimiento y comprensión que está teniendo lugar en los Centros de enseñanza superior. Deben ser explotadas todas las posibilidades para aprovechar las experiencias de otros países y nunca se insistirá bastante en la importancia que tienen los contactos internacionales para facilitar el intercambio de puntos de vista sobre este tema. Al tratarse del amplio campo de conocimientos comunes, especialmente entre la Química y la Física experimental, es de recomendar la mayor cooperación entre los Profesores de estas dos disciplinas, tanto en el nivel escolar como en el nacional y hasta internacional.

7. Si bien por conveniencia, los informes han sido emitidos en forma de cursos preparatorios y avanzados, se admite que en ciertos países la organización general de sus escuelas puede no adaptarse a este modelo. En primer lugar, los cursos están destinados a estudiantes de los grupos de 14-16 y 16-18 años, respectivamente, pero pueden ser modificados de acuerdo con la edad y madurez de los estudiantes. En los países en los que la edad escolar pasa de los dieciocho años, es cuestión de los Profesores aprovechar esta circunstancia para lograr un grado más elevado de conocimientos teóricos o un campo más amplio de aplicación en la práctica. Ha de observarse, sin embargo, que este informe no está destinado en modo alguno a ser un Cuestionario para la enseñanza, sino simplemente un esquema que contiene lo que el Seminario considera como la base de un procedimiento verdaderamente moderno para la enseñanza de la Química, que puede ser ampliado fácilmente por un Profesor bien cualificado, para redactar un cuestionario adecuado a las necesidades de sus alumnos en esta Era moderna.

CURSO PREPARATORIO

8. La función principal de un curso preparatorio de Química debe ser dar a conocer al alumno las ideas básicas de Química y proporcionarle una base experimental para que pueda comprender estas ideas y otros fenómenos con los que el alumno puede estar ya familiarizado. La exposición debe insistir en la observación y la experimentación con un mínimo de explicación dogmática teórica. Sin embargo, cuando se den definiciones formales deben estas ser de tal naturaleza que puedan ser ampliadas fácilmente en una etapa posterior del estudio de la Química. Algunas nociones teóricas, en especial las relacionadas con la teoría atómica, pueden ser desarrolladas desde las primeras etapas puesto que el concepto de la estructura atómica de la materia es familiar, en términos generales, a la mayoría de los alumnos. Durante todo el curso deben ser empleados el método inductivo y el deductivo, porque contribuyen en una gran medida a los conocimientos y descubrimientos científicos.

9. El estudio de la Química debe comenzar con sustancias y procesos conocidos por los estudiantes, pero no comprendidos necesariamente por los mismos. Esto puede ser hecho en forma de una revisión de los aspectos elementales de la ciencia en general, enlazándolos con los conocimientos generales de los alumnos y podrían abarcar los estados de la materia y los procesos normales como la destilación, evaporación, filtración, sublimación y disolución, pudiendo ampliarse hasta los cristales y el agua de cristalización. Esta sección podría prestarse a una gran variedad de trabajos prácticos que implicasen el empleo de instrumentos como el microscopio y el aparato de proyección de microfotografías, así como de los aparatos de química corrientes.

10. Debe admitirse que los alumnos ya han oído hablar de los átomos y creen que las sustancias están formadas por ellos. Debe insistirse en que los átomos son pequeños, ocupan espacio, tienen peso y que hay muchos átomos que difieren entre sí. Aunque se fomenta el empleo de este concepto atómico en la primera etapa, para desarrollarlo deben emplearse métodos distintos de los argumentos inductivos de Dalton. El empleo de modelos espaciales en láminas puede ayudar a comprender rápidamente los principales conceptos atómicos en lo que se refiere a tamaño y disposición de los átomos y cómo están formadas las sustancias por éstos. Sin embargo, no dan idea del pequeño tamaño de los átomos, que debe ser enseñado por otros procedimientos. La idea de molécula también puede ser impartida en la primera etapa, y podría llevar a la definición de elementos y compuestos y la distinción entre sustancias puras y mezclas. Las explicaciones estructurales en que se fundan la mayoría de los procesos estudiados podrían ser explicados entonces de un modo sencillo e ilustrados cuando fuera posible con el empleo de modelos. Esto incluye algunas ideas sencillas acerca de los estados sólido, líquido y gaseoso.

11. El concepto de cambios químicos puede ser explicado de muchas maneras, aunque a este nivel del estudio de la Química no puede concebirse otro procedimiento de mayor valor que el basado en una serie de experimentos cuidadosamente seleccionados. El curso, en general, no debería tratar más que de aquellos compuestos que puedan ser vistos, manejados y examinados fácilmente por los estudiantes, y deben ser elegidos ejemplos prácticos para ayudar a la acumulación de conocimientos acerca de los elementos. Los ejemplos contenidos en este informe son expuestos para mostrar posibles procedimientos y pueden ser ampliados fácilmente por los profesores experimentados, tomándolos del amplio campo de experimentos disponible.

12. El funcionamiento de un fuego de coke y el de un mechero Bunsen pueden ser enlazados con un examen del aire y de sus gases constituyentes, poniendo de relieve los cambios de estado que experimentan las sustancias en las reacciones químicas, la necesidad del contacto para que esta reacción se produzca, las consideraciones energéticas implicadas y el efecto obtenido al variar la concentración de las sustancias reaccionantes. En esta sección, además, puede introducirse la nomenclatura y el concepto inicial de lo que es una reacción química.

13. El sistema cobre-azufre u otro similar puede ser utilizado para demostrar la conservación de la masa. La reacción lenta entre dos sólidos, que es acelerada por el calor para convertir el azufre en líquido o gas, puede ser adecuadamente comparada con las reacciones que tienen lugar en el fuego de coke y el mechero Bunsen. Existen otros ejemplos para demostrar el efecto de la temperatura sobre las reacciones químicas y la reacción entre el permanganato potásico y el ácido oxálico en disolución merece ser mencionada como una que ilustra este punto de una manera espectacular. Un experimento como el de la descomposición del peróxido de hidrógeno en presencia de bióxido de manganeso facilita una introducción al fenómeno de la catalisis.

14. El sistema azufre (cristal-líquido-plástico) proporciona el medio de correlacionar las propiedades con la estructura en esta primera etapa.

15. Las nociones de la naturaleza eléctrica de la materia deberían ser desarrolladas a base experimental, en íntima coordinación con los conocimientos de Física que

están recibiendo los alumnos. La simple clasificación de las sustancias en metales y no metales podría ser estudiada mediante su conductibilidad eléctrica en estado sólido. Experimentos de electrólisis con sustancias fundidas y disueltas son especialmente útiles a los fines químicos, y también deben ser estudiados ejemplos de reacciones iónicas. Es de recomendar la inclusión de algunos experimentos sencillos para ilustrar la serie de actividades. Se sugiere que en esta etapa puede ser deducida una idea sencilla de la valencia a partir de un modelo atómico Rutherford-Bohr modificado.

16. El concepto de peso atómico y su relación con la composición química se deriva, lógicamente, del empleo de los modelos moleculares que pueden ser utilizados para interpretar los experimentos gravimétricos. Los pesos atómicos deberían ser más bien obtenidos físicamente que de los datos de Dalton o los gravimétricos. Según esto, resulta superfluo el concepto de equivalente.

17. Se opinó que el contenido de los cursos preparatorios podría ser ampliado con la elección de cierto número de otros temas para ser estudiados sin carácter exhaustivo. En estos temas debe animarse a los estudiantes a seguir vías de investigación con carácter personal, y de la misma manera podrían ser también estudiados procesos industriales.

CURSO SUPERIOR

18. La valencia, naturaleza del enlace químico y la estructura, son, actualmente, temas estudiados, por lo menos con alguna extensión, en la mayoría de los países. Sin embargo, no es frecuente presentar un cuadro completo de estos conceptos y de las relaciones entre los mismos, cuyo estudio debe estar basado en las teorías modernas de la estructura electrónica de los átomos. La valencia, naturalmente, puede ser racionalizada fácilmente a base del sistema periódico, pero un conocimiento más profundo requiere haber llegado en el estudio de la teoría electrónica hasta el de los niveles de energía, siendo una cuestión de importancia secundaria llegar a distinguir, por ejemplo, los orbitales *s* y *p*. En la exposición deben ser explicados los potenciales de ionización y emplearlos ampliamente. Por ejemplo, los alumnos deben saber, por lo menos, que el sodio no tiene tendencia a formar iones sodio sin una exigencia de energía.

19. La mejor manera de explicar el enlace químico es partiendo de algunos casos típicos, tales como el cloruro sódico, el diamante y el cobre. El estudio de las propiedades físicas y estructuras de estas sustancias enseña que los enlaces iónico, covalente y metálico son enlaces fuertes en comparación con el enlace de Van der Waals, que también puede ser explicado convenientemente a base de las propiedades de las sustancias formadas por moléculas o por átomos individuales.

20. La naturaleza del enlace iónico se explica fácilmente en términos del principio de interacción de Coulomb, y el concepto de energía reticular debe ser explicado hasta el punto de que pueda ser estudiada la importancia de las cargas y tamaños de los iones. A estas alturas no es posible el estudio a fondo de los enlaces covalente y metálico, pero, sin embargo, puede ser útil una descripción formal de los mismos como enlaces debidos a parejas de electrones. La razón principal para la formación de un enlace covalente es la fuerza atractiva resultante de cargas negativas entre los átomos que conduce a una distancia interatómica más corta de la que era de esperar partiendo de los átomos libres. Es evidente que esto enlaza más íntimamente el enlace químico con los aspectos estructurales. El grado de avance en el estudio debe quedar al arbitrio de cada país o de cada sistema de enseñanza.

21. La equipartición de electrones en el enlace covalente y la transferencia completa de electrones en un compuesto iónico ideal pueden ser comparadas y hacer fácilmente comprensible la existencia de tipos intermedios de enlaces en los enlaces polares. El estudio de los enlaces polares debe constituir una parte muy importante

de la enseñanza de la Química, para lo cual pueden seguirse varios caminos. Las generalizaciones basadas en el estudio del enlace como un enlace iónico distorsionado puede ser muy útil si el profesor conoce perfectamente las limitaciones del método. Una de las alternativas es introducir el concepto de electronegatividad y tratar de aplicarlo en el estudio de las reacciones químicas.

22. Un buen conocimiento de las estructuras de los compuestos y elementos químicos es muy importante para comprender la Química y, por lo tanto, no debe ser un estudio puramente formal, sino que ha de estar basado en la teoría atómica ya estudiada y relacionado así con la valencia y la naturaleza del enlace químico. Esto no significa necesariamente que hayan de ser estudiados los orbitales y la hibridación si lo que se busca son tan sólo los grandes efectos estructurales. Bastará con una explicación muy sencilla de la tendencia a una disposición al enlace simétrico y par de electrones aislados en torno a los átomos en las moléculas y los cristales, aun en el caso de que se prevea un grado más elevado de conocimientos. En el estudio de las estructuras orgánicas es bastante saber que un átomo de carbono ligado a otros cuatro átomos tiene coordinación tetraédrica, ligado a tres átomos, coordinación triangular, y a dos átomos, coordinación lineal. El estudio teórico de la cinética de las reacciones orgánicas y de los enlaces conjugados parece sea demasiado complicado para el nivel de la Química estudiada en los Centros de Enseñanza Media. Un hecho sobre el cual debe llamarse la atención es que puede ser diferente la estructura en los diferentes estados de agregación (PCl_5 , NH_4Cl , etc.).

23. La consideración más importante en relación con la sección anterior es que estas teorías, cualquiera que sea la extensión con que puedan ser desarrolladas, deben ser utilizadas para la correlación de los hechos de la Química y para el estudio de las reacciones químicas. La observación de estos hechos puede ser llevada a cabo simultáneamente con el desarrollo teórico, mediante una acertada elección de los experimentos prácticos.

24. Los estudiantes deben aprender a estudiar los equilibrios químicos en términos de la ley de la acción de masa, y deberían tener alguna experiencia de la aplicación cuantitativa de esta ley a uno o más de los procesos: equilibrios ácido-base, formación de complejos, solubilidad o procesos redox. La ley de la acción de masa puede ser derivada de las observaciones o de consideraciones cinéticas, pero si se emplean estas últimas debe tenerse cuidado de utilizar un sistema cuya cinética sea correcta. Se recomienda la importancia de los trabajos experimentales y de los cálculos numéricos en esta sección. Los mecanismos de las reacciones no son estudiados, en general, al nivel de los Centros de Enseñanza Media. Conceptos tan importantes como la catálisis y la actividad de las enzimas no pueden, sin embargo, ser apreciados por estudiantes que no conocen el grado de complicación que puede tener el mecanismo de una reacción química. Por lo tanto, deberían ser estudiados uno o dos ejemplos de mecanismos de reacción.

25. Es esencial el estudio de algo de termoquímica, que puede ser cualitativa y basada en la experiencia del desarrollo de calor en las reacciones químicas, si bien son de recomendar algunos experimentos simples cuantitativos. Pueden ser estudiadas de modo conveniente la participación de la energía en las reacciones químicas.

26. El estudio de la electroquímica debe comprender el de la serie de fuerza electromotriz, que puede ser ilustrado fácilmente con experimentos sencillos sobre la corrosión, por ejemplo. Son muy valiosos los experimentos cualitativos sobre la conductividad de los electrolitos y no electrolitos. En el estudio de los procesos redox puede hablarse del número de oxidación como instrumento de trabajo. La naturaleza eléctrica de la materia debe ser explicada con base experimental, en íntima cooperación con la enseñanza de la Física. Sin embargo, la electrólisis debe ser explicada siempre desde un punto de vista químico. Los experimentos de electrólisis con sustancias fundidas o disueltas son especialmente útiles para fines químicos. También deben ser estudiados ejemplos de reacciones iónicas.

27. Se acordó que la definición de Bronsted de ácidos y bases tiene considerables ventajas didácticas y debe ser empleada en el nivel de la enseñanza secundaria.

28. En la enseñanza de las sustancias radiactivas se siguen encontrando dificultades en la mayoría de las escuelas europeas, pero los alumnos deben, por lo menos, conocer el empleo en la Química de los isótopos radiactivos.

29. La Química orgánica, que en pasado ha sido descuidada con frecuencia, podría también ser estudiada en lo referente a la valencia, naturaleza del enlace químico y estructuras. Debe insistirse en la funcionalidad de los grupos, mediante trabajos experimentales, y podría llegarse hasta un estudio elemental de las relaciones entre la estructura y las propiedades químicas, incluso de algunos compuestos aromáticos. Deberían darse algunas nociones de métodos modernos de síntesis y mencionadas algunas macromoléculas, sintéticas y naturales (por ejemplo, plásticos, resinas de cambio de iones, hidratos de carbono, proteínas). Para el desarrollo de los conceptos esbozados en este informe, pueden tomarse ejemplos de la Química orgánica.

30. En la enseñanza de la Química aplicada no deben darse detalles técnicos. La información debe estar al día y ser correcta, comprendiendo solamente procesos industriales del tipo que sea útil para ilustrar conceptos químicos. Estas industrias deben, de preferencia, referirse a industrias locales o nacionales.

31. Como los temas que figuran en este informe nos parecen esenciales, creemos que en la actualidad debe darse menos importancia a temas como las leyes de los gases y su aplicación en la Química y también el estudio de las propiedades osmóticas. Sin embargo, podría estar justificada la inclusión en el cuestionario de algunos experimentos sencillos.

CLASICOS EBRO

FUENTE PURA DEL IDIOMA CASTELLANO

LOS LIBROS QUE NUNCA ENVEJECEN PORQUE SUS AUTORES LEGARON CON ELLOS A LA POSTERIDAD UN TESORO DE CULTURA Y UNA SÍNTESIS PERDURABLE DEL GENIO ESPAÑOL



Facsimil de una
de las cubiertas

Para el PROFESOR, para el ESTUDIANTE...

POESIA - TEATRO - NOVELA
HISTORIA - ENSAYOS

Publicados 93 títulos selectos con cubierta en cartulina
a 2 colores, ilustrados, etc.



Pida Catálogo gratis a: EDITORIAL EBRO, S. L.
CAPITAN ESPONERA, 48 y P.º M.º AGUSTIN, 7

ZARAGOZA