

Raport basado en el artículo: International Conference on Education in Chemistry (Inlg 20-24, 1970), Snowmass-at-Aspen, Colorado .: J.Chem. Ed. 48, 3(1971).

Este artículo fué seguido por otro titulado: Report of the Mt. Holyoke Conference "Education in Chem, 72"(held at Mt. Holyoke College, Massachusetts, Aug, 22, 25,1972) .: J. Chem. Ed. 50, 3 (1973)

En Julio de 1970, en Snowmass-at-Aspen, Colorado (USA) tuvo lugar una conferencia de tres días para estudiar los problemas y las posibilidades de la educación química durante la década de los 70. Los países que participaron en esta conferencia fueron, además de Estados Unidos: Inglaterra, Australia, Alemania, Italia Brasil, India, Méjico, Canadá y Francia.

Uno de los objetivos de esta conferencia era proporcionar a los químicos, tanto industriales como docentes, la oportunidad de intercambiar ideas sobre problemas presentes y planes para el futuro de la Ciencia Química. Por lo tanto, entre los participantes había : químicos industriales, químicos gubernamentales y de varios niveles de la educación química.

Los temas principales discutidos en esta conferencia fueron:

- I. La Estructura de la Química.
- II. La Educación Química durante el Doctorado y después de él.
- III. Preparar químicos para responder a las necesidades futuras de nuestra sociedad.
- IV. La Química para los ciudadanos.
- V. Aspectos Internacionales de la Educación Química.

Estos temas fueron estudiados en equipos compuestos de químicos de distintos países, así el equipo que estudió el primer tema estaba compuesto por químicos de 5 países distintos.

Me limitaré en este trabajo a dar un resumen casi literal del raport presentado sobre el tema I.

1.- LA QUIMICA COMO "CIENCIA MOLECULAR".

El químico en contraste con el físico tiende a trabajar a nivel molecular más que a nivel atómico. La química es eminentemente una "ciencia molecular", así que el químico está altamente interesado en detalles de la estructura y propiedades de las moléculas de un sistema vivo más que en el funcionamiento global de una célula y de colecciones de células. Sin duda hay excepciones en esta descripción, como lo prueba el simple hecho de que un químico aplique sus conocimientos a otras ramas de la ciencia.

2.- CARACTER "DINÁMICO" DE LA QUIMICA

Este aspecto dinámico se refiere al interés creciente en campos de trabajo comunes a otras ciencias. Así muchos químicos trabajan actualmente en áreas denominadas "interfases", como biología molecular y física del estado sólido. La experiencia enseña que áreas que han empezado como "interfases" acaban por ser absorbidas y llegan a ser parte integrante de una ciencia. Por lo tanto sería contraproducente definir la ciencia química de una manera demasiado precisa y restrictiva. Es posible que en un futuro próximo el nombre "químicos de sistemas" esté muy en voga¹. El comportamiento de muchos sistemas complejos: el motor de un cohete, una célula viva, una atmósfera polucionada ... etc, depende seriamente de propiedades y de reacciones químicas.

3.- TEORIA Y EXPERIMENTOS

Como en las demás ciencias, todas las investigaciones químicas arrancan de los distintos modelos teóricos, simple consecuencia de la aplicación del método científico. La diferencia respecto a otras ciencias residirá en la naturaleza de las teorías evocadas. La teoría sobre la que se apoya la base molecular de la química está bien establecida, por lo tanto no se discute este aspecto. Las interacciones entre las partículas constituyentes de las moléculas están gobernadas

1. Este concepto se deriva del análisis de sistemas, un método asociado principalmente con ingeniería.

por las leyes de la mecánica cuántica, las propiedades de agregados moleculares son descritas por las leyes de la mecánica estadística y las transformaciones moleculares a macroescala obedecen las leyes de la termodinámica.

Sin embargo la dificultad está muchas veces en la aplicación de estas leyes a situaciones reales. Entonces el químico se ve forzado a hacer un modelo mental como guía de su razonamiento. Estos modelos pueden asumir una forma matemática o bien pueden ser puramente cualitativos. Una característica importante del químico es conseguir que estos modelos sean experimentalmente productivos. Los utiliza como guías, no son por lo tanto un fin en si mismos.

No es esencial que un modelo determinado tenga una aplicación para siempre. Por ejemplo, una teoría actualmente rechazada como la "flogisto" pudo tener un valor considerable si en su tiempo permitía la correlación satisfactoria de datos experimentales y condujo a nuevas investigaciones.

Los que nos dedicamos a la enseñanza de la química quizá no hemos recalcado su ficientemente como el proceso mental de un "modelo" ayuda en el planteamiento de experimentos nuevos, pero también hemos podido dar demasiado énfasis a estos esquemas mentales olvidando que muchos de ellos tienen solamente una naturaleza transitoria. El modelo es el "sine gua non", para avanzar en la ciencia pero tiene valor solamente cuando correlaciona datos experimentales. La formación adecuada de un químico sólo se puede alcanzar si somos capaces, como enseñantes, de compaginar bien la teoría con la práctica.

4.- FACTORES QUE ESTIMULAN E INHIBEN EL DESARROLLO

Es importante identificar en el momento actual y en el futuro aquellos factores que pueden estimular o inhibir el desarrollo de la química. Se consideraron 3 aspectos:

- a) La educación de nuevos químicos
- b) La parte práctica de la química
- c) Apoyo del gobierno y de otros grupos a la ciencia química

a) En la educación de nuevos químicos, se debe promover una actitud creativa y de riesgo si se quiere en la solución de problemas nuevos para los cuales los modelos y teorías actuales son inadecuadas. Crear un ambiente propicio donde florezcan estas disposiciones.

Para atraer buenos estudiantes, el primer curso debe de alguna manera poner al estudiante en contacto con los problemas que hoy día tiene el químico planteados y con los que tendrá planteados en el futuro.

Animar a los estudiantes a tener confianza consigo mismos para que sean capaces de trabajar por su cuenta en lugar de intentar enseñarles una gran cantidad de materia (teorías o técnicas). Enseñarles que en el método científico es importante tanto la teoría como la práctica. Para alcanzar estos objetivos es necesario que existan programas más bien flexibles adaptables a los intereses particulares de los estudiantes.

Otro aspecto en cuanto a la educación de futuros químicos concierne la organización del programa. Uno se pregunta si la organización actual de dividir la enseñanza química en: Q. Inorgánica, Q. Orgánica, Q. Analítica y Q. Física es la que más refleja el trabajo real de un químico. En el trabajo práctico se requiere una integración de todos estos conocimientos. ¿Es la enseñanza según esta clasificación la que lleva a una mejor integración práctica o cabría experimentar con nuevos esquemas?. Esto se discute desde el punto de vista de la integración y también desde otro aspecto: La importancia de conocer la química de un sistema o de aplicar los conocimientos químicos a un sistema, el cual puede ser una célula (biológica molecular), un material biológico, un fenómeno geoquímico, la ciencia del estado sólido, ingeniería química...etc. Se proponen pues otros esquemas, además del tradicional, para la enseñanza química, tales como:

- d) Dividir la Química en Estructura, Dinámica y Síntesis, o bien
- b) Estructura y Propiedades Físicas de las sustancias Puras; Transformaciones Químicas de Sistemas complejos.

El esquema b) con preferencia aunque teniendo en cuenta las limitaciones de ambos. Mas que dar soluciones concretas respecto a la organización del programa

los participantes en la conferencia prefieren que los educadores piensen sobre el problema, si es que existe, e ideen programas provisionales con los cuales experimentar.

(Los aspectos (b) y (c) no se resumen por tener en la conferencia una aplicación "postdoctoral").

5.- ESTADO EN QUE SE ENCUENTRA LA QUIMICA EN 1970

El conocimiento y la aplicación de la Química como una ciencia molecular se ha acelerado rápidamente durante los últimos 20 años. Muchas de las aplicaciones químicas del comportamiento molecular están suficientemente avanzadas de forma que la química y los químicos han llegado a ser un factor vital en el desarrollo de áreas interdisciplinarias tales como: Biología molecular, ciencia de los polímeros, ciencia del estado sólido y ciencia de materiales. La extensión práctica del concepto molecular de la materia, identificada clásicamente como química, quizá debería más bien llamarse "ciencia química".

No obstante quedan todavía muchos aspectos de la química por estudiar a fondo tales como: la dinámica de la reacción, los materiales biológicos como sistemas químicos, síntesis química, y la preparación de sustancias útiles en medicina e ingeniería.

Durante los 20 años antes de 1970 se ha dedicado mucho esfuerzo en investigación química, que podría llamarse de segunda y tercera generación ya que se trataba muchas veces de explorar conceptos que en su día fueron verdaderos descubrimientos. Normalmente, estos estudios han añadido poco en la extensión del conocimiento químico. No está claro con todo si este tipo de investigación es un producto de nuestro sistema educacional o un factor negativo que le afecta altamente.

A pesar de algunos indicios de senilidad, el estado general de la química en 1970, presenta signos optimistas. Amplios programas de investigación se han creado en universidades, industrias tecnológicas, laboratorios del gobierno e institutos de investigación. La capacidad de estos programas varía según los países pero el establecimiento internacional de investigación es sin duda más potente de lo que era hace 20 años. Los participantes en la reunión opinan que estamos entrando en la "edad de oro de la química dinámica" y otros presienten que importantes descubrimientos ocurrirán en otras áreas sin explorar. Creemos que el año 1970 será conocido como un año en que los químicos se dan cuenta de la necesidad de su renovación y de observar que verdaderamente está ocurriendo.

R E S U M E N

Tanto la ciencia en general como la tecnología se basan enormemente en la Química. Los conocimientos y métodos experimentales desarrollados dentro de la ciencia Química se han desarrollado de tal forma que su aplicación a otros campos como la biología, geología, y muchas ramas de ingeniería puede resultar muy útil.

El conocimiento químico durante los últimos 20 años ha crecido más rápidamente en las áreas tradicionales de esta ciencia que en las que podrían llamarse periféricas. En el momento actual este rápido crecimiento es a la vez un motivo de satisfacción pero también la causa de un problema importante. La profundización en algunas áreas de la ciencia química 20 años atrás era verdaderamente un reto pero actualmente se han explotado tanto que proseguir trabajando en ellas puede que sea poco más que un refinamiento elegante. Otros aspectos dejan por estudiarse como la correlación de la estructura química con las propiedades macroscópicas de la materia.

Reconocemos sería importante una reclasificación de las distintas áreas dentro de la actividad química como un medio de volver a pensar los objetivos de la ciencia química y de mostrar a los estudiantes donde está la verdadera corriente del progreso. Si la clasificación basada en estructura, dinámica y síntesis es o no el mejor esquema para estudiar esta ciencia nos parece una incógnita en este momento. Seguramente otros planes de igual o más mérito pueden encontrarse y explorarse para sustituir nuestro actual sistema de clasificación.

Los químicos de Estados Unidos y de otros países, en grados diversos, están alarmados por la situación actual en cuanto se refiere al apoyo a la ciencia que es inestable e impredecible. Esta inestabilidad se apoya en los datos siguientes:

fondos estatales para la investigación básica en descenso, un bajón en los puestos de trabajo, incognitas dentro de las industrias químicas acerca de su investigación y programas de desarrollo y por cierta desilusión en la sociedad respecto a la ciencia especialmente entre estudiantes. No obstante reconocer los problemas no puede ser motivo de pánico ni tampoco atribuirlos exclusivamente a la sociedad que nos rodea. Las posibilidades de la química en cuanto a contribuir a un mejor conocimiento del hombre y de su mundo son tan grandes que debemos creer en nosotros mismos y en nuestro futuro. El avance hacia una nueva era en la ciencia química supone renovación personal que será fascinante pero también dolorosa. Esperamos que la revisión de la estructura de la química en 1970 sea valiosa para que la próxima década sea de un cambio útil y de marcado progreso.

M. VENTURA