

# LA ENSEÑANZA MEDIA en el EXTRANJERO



## LA «NUFFIELD FOUNDATION»

Un interesantísimo plan para la formación  
de jóvenes científicos en Inglaterra

LA Institución "Nuffield Foundation" (1), preocupada por la iniciación científica de los escolares ingleses organizó, en 1962, unos cursos en 170 Escuelas Secundarias con un total de unos 3.000 alumnos. El objeto es llegar a reformar la enseñanza de las Ciencias Físicas, Químicas y Biológicas en esas Escuelas. Para conseguirlo pidió ayuda a Instituciones como *Scotish Educational Department* y a la *Association for Science*, así como al Instituto de Biología y Real Instituto de Química a la vez que en varias Universidades organizaban cursos para Profesores (2). El objeto principal de todos estos trabajos es el encontrar medios de estimular a los alumnos a que dirijan ellos mismos sus propios experimentos y puedan llegar a sus propias conclusiones. El fin, como se ve, es de enorme importancia pedagógica y para llevarlo a cabo, como hemos dicho antes, la Nuffield Foundation quiso desde el primer momento, interesar al mayor número de Profesores que trabajasen en íntimo contacto con el "School Council". Empezaron por el primer grado y luego lo extendieron hasta el sexto. En todos los programas la idea principal era presentar la Ciencia de una manera viva. Los directores y las autoridades locales permitieron una mayor carga económica para llevar a cabo el proyecto. Muchas organizaciones y gentes particulares han ofrecido muy buenos consejos así como materiales, contribuyendo también a los gastos.

La Comisión Nuffield propone se den instrucciones a través de las autoridades locales a todos los profesores, proporcionándoles los libros necesarios. También propone el dar conferencias a grupos de Profesores después de que se hayan editado dichos libros. Suponen que un Profesor puede llegar a familiarizarse en cada uno de los tres grupos de Ciencias señalados en una semana de estudio.

El programa para desarrollar las materias que deben de enseñarse en las Escuelas Secundarias lo está haciendo desde 1965 Mrs. Hilda Misulbrook, en su puesto de "Deputy Herminister" y lo terminará en septiembre de 1967, pues le han dado dos años para realizarlo.

Ya se han dado un gran número de conferencias con intervención de Profesores,

(1) Véase volumen XXIV, núm. 92, mayo 1965, de la Revista "Undeavour", en el que viene un artículo sobre las actividades pedagógicas en las Escuelas inglesas para alumnos de 11 a 16 años.

(2) La "Royal Society" dio el 16 de septiembre de 1965 una conferencia sobre este tema.

versando sobre el desarrollo sistemático de experimentos, en las Escuelas. Se han hecho ya *tests* preliminares de algunos de los materiales diseñados y se espera que pronto puedan estar listas dos colecciones de materiales para un trabajo de una semana de enseñanza en una docena de Escuelas.

Todos estos trabajos se han llevado a cabo estrechamente con "School Council" el cual tiene un especial interés en el desarrollo de materiales para las Escuelas Secundarias.

Se quieren planear los materiales para que puedan tener uso en diferentes caminos. Se considera también el que algunos alumnos tengan especiales necesidades.

Es posible que los profesores encuentren dificultades para resolver algunos problemas o que no encuentren una respuesta sencilla. Algunas preguntas se han hecho con intención para ver lo que realmente se puede hacer. Parte de los problemas están puestos con ingenuidad.

Se sabe de antemano, que aún los buenos científicos, no pueden encontrar para todo una buena respuesta. Los problemas que se presentan son para que el Profesor haga su elección, pues algunos serán más interesantes que otros.

En la elección de temas y en el desarrollo de los mismos han tenido en cuenta que en general para la Ciencia y muy especialmente para la Química no es necesario una buena memoria. Por ello proponen que los cursos se den de forma que se requiera observación, razonamiento e imaginación, más que memoria. Por ello el programa creen debe darse basado firmemente, a ser posible, en trabajos experimentales que tendrán más valor si son hechos por los mismos alumnos.

Las Ciencias como sujetos en crecimiento, excitantes y eminentemente intelectuales pueden enseñarse por programas muy distintos. Idealmente cada profesor debe de preparar el suyo, pero como por lo general están muy cargados de trabajo, aún los más entusiastas agradecen se les proporcione ayuda.

## NIVEL DE LAS CIENCIAS FISICO-QUIMICAS

Los trabajos preliminares fueron terminados en noviembre de 1965. Estos trabajos consistieron en el ensayo de algunos materiales para el trabajo práctico con objeto de llegar a conocer su valor real. Por ellos ya será posible en 1966-1968 proponer materiales que no sean irrealizables. En esta segunda fase se proyectarán los nuevos equipos de aparatos. Por último en el tercer período se ensayarán estos materiales durante dos años.

El trabajo realizado es sumamente minucioso, pues como resultado de tantas colaboraciones y ensayos se dan hasta los más sencillos datos sobre la manera de desarrollar las ideas fundamentales y las mejores experiencias para llegar al resultado propuesto. Se indica el tiempo que debe de emplearse, listas del material mínimo que debe el alumno de apuntar, etc., etc.

Para la Química el Real Instituto de Química organizó una serie de conferencias a Profesores del Norte de Inglaterra y muchas Universidades (Portsmouth, Manchester, Leister) organizaron cursos para Profesores.

Uno de los problemas más importantes que se presentaba a la Comisión Nuffield era el suministro de aparatos y equipos para los nuevos cursos. Para la resolución de tan difícil problema interesaron a los fabricantes y suminis-

tradadores de equipos científicos, a los que les proporcionaban como guía de sus trabajos las conclusiones a las que habían llegado las distintas comisiones nombradas y los resultados obtenidos por los Profesores en los primeros dos años de ensayos.

Los ingenieros y diseñadores de aparatos se interesaron grandemente por este problema, pero la Comisión Nuffield consideró que no estaba completamente resuelto si no se incluían también diseños de los aparatos necesarios para los experimentos individuales de los alumnos.

Tanta atención han puesto los dirigentes del proyecto que hasta han solicitado el estudio de la colocación de los equipos en los laboratorios de las Escuelas, por ser el material necesario muy grande, a fin de que los alumnos puedan aprender la Ciencia a través de sus experimentos individuales.

Para dar un ejemplo de lo anteriormente escrito presentamos un par de cuestiones: una de Física, curso elemental (I-II-III), y otra de Química del grupo superior.

## EJEMPLO DE PRACTICAS DE FISICA (CURSO BASICO)

### USO DE LA ELECTRICIDAD PARA DESCOMPONER SUSTANCIAS

En este tema se tratará del efecto de la electricidad en los productos químicos. Se estudiará la electrólisis y el uso de reacciones químicas para producir electricidad. El campo como se ve es muy complejo y por ello la profundidad a que se llega es muy limitada.

Se investigará el fenómeno anotando cuanto se observe y con la ayuda del Profesor anotará el alumno los resultados obtenidos en las experiencias. Como finalidad del tema deberá llegarse a las siguientes consecuencias:

- a) Conocer si las sustancias conducen o no la electricidad, llegando a hacer una lista de las sustancias experimentadas que la conducen.
- b) Llegar a conocer que ciertas sustancias que en el estado sólido no la conducen lo hacen en estado fundido.
- c) Llegar a conocer que ciertas sustancias al pasar por ellas la electricidad se descomponen.
- d) Llegar a saber que en las sustancias que en disolución conducen la corriente eléctrica, el metal que las forman tiende a depositarse en el *cátodo* y los no metales en el *ánodo*.

a) y b) necesitan una doble clase cada una y el resto tan sólo una.

Para la discusión, se calcula, son necesarios un máximo de ocho períodos dobles. Si el tiempo de que se dispone es poco se deberá ampliar en *a*, *c*, y *d*.

## IDEAS PRELIMINARES

Antes de hacer las experiencias el Profesor explicará de una manera lo más sencilla posible la naturaleza de la electricidad.

En este curso se dirá sólo a los alumnos, que la batería que se va a utilizar es un manantial de *electricidad* así como el mechero Bunsen lo es del *calor*. El flujo eléctrico será detectado por un voltímetro de hasta 6 voltios.

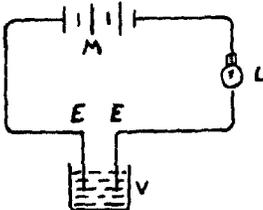
Serán convenientes grupos de dos alumnos. Cuanto mayor sea el número de sustancias que se prueben será mejor. Al final compararán los alumnos los resultados a los que se ha llegado.

### APARATOS QUE NECESITARA EL ALUMNO

Cada alumno o par de alumnos necesitarán: Una batería de 6 voltios. Un voltímetro de seis voltios. Electrodo de carbón o de acero. Flexible para uniones. Pinzas para uniones. Vasos de precipitados de 100 c. c. o gruesos tubos de ensayo.

### APARATO QUE DEBERA MONTARSE PARA LA EXPERIENCIA

Cada grupo de alumnos montarán la disposición de la figura. El manantial de electricidad M puede ser unas cuantas pilas secas que den 6 voltios o, si tienen en el laboratorio bajo voltaje, se arreglará para disponer tan sólo de 6 voltios. La lámpara L se montará en un casquillo y servirá para indicar el flujo de la corriente. Los electrodos E pueden ser de carbón o de acero e irán montados en soportes de madera para poder mantenerlos a una distancia constante.



*Aparato que montarán los alumnos.*

de precipitados V o los tubos de ensayo que se coloquen en su lugar, no deben de llenarse con los líquidos que se ensayen. Los electrodos deberán lavarse después de cada experimento.

Se obtendrá en L una débil iluminación si se coloca agua de cal en V, pero ninguna cuando se emplee etanol, agua destilada o disolución de azúcar. Se verá que los metales son siempre conductores, pero no las sales ni el azufre o el polietileno.

Los resultados serán discutidos en clase. Se llegará a ver que las sustancias conductoras son de dos clases: las que conducen la electricidad sin sufrir cambio alguno; y las que la conducen experimentando cambios químicos. A estas sustancias se las llamará *electrolitos*. Los alumnos anotarán que las segundas son líquidas o están en disolución acuosa. Se hará ver que no todos los líquidos conducen la

### PRACTICA

Con el aparato anterior los alumnos probarán las sustancias y señalarán aquéllas que son conductoras de la corriente eléctrica. Por de pronto, los alumnos aprenderán que el aire en estas condiciones no conduce la electricidad. Los vasos

electricidad. ¿Qué pasa a los sólidos que no la conducen cuando se funden? Esta cuestión será contestada en otra lección.

### IDEAS QUE LOS ALUMNOS SACARAN DE LA EXPERIENCIA

- ¿Qué sustancias son las que conducen la electricidad?
- ¿Qué sucede a las disoluciones que conducen la electricidad?
- ¿Podría utilizarse la electricidad para el plateado de objetos metálicos?

### PRODUCTOS NECESARIOS

Agua destilada. Etanol. Agua de cal. Disoluciones de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  y  $\text{SO}_4\text{Cu}$ , aproximadamente M ó 0,5 M.  $\text{SO}_4\text{Zn}$ . Azúcar. Hierro en limaduras o láminas de Magnesio. Bromuro potásico. Ioduro sódico. Se elegirán además cuatro sustancias entre las siguientes: metales, sales, azufre y polietileno.

### LIBROS DE ORIENTACION Y PRECIOS

Guía I del Profesor 15 s.

Guía II del Profesor 12 s 6 d

Guía III del Profesor 15 s.

Guía IV del Profesor 17 s 6 d.

Guía V del Profesor. En preparación.

Guía I de experimentos 17 s 6 d.

Guía II de experimentos 17 s 6 d.

Guía III de experimentos 17 s 6 d.

Guía IV de experimentos En prep.

Guía V de experimentos En prep.

*Para el alumno*

Cuestiones libro I 5 s.

Cuestiones libro II 5 s.

Cuestiones libro III 5 s.

Cuestiones libro IV 5 s.

Cuestiones libro V En preparación.

### EJEMPLO DE PRACTICAS DE QUIMICA: GRADO 2.º

#### CATALISIS

El objeto de este tema es el de llevar a los alumnos a la idea de que las reacciones químicas no se producen instantáneamente, sino a velocidades que frecuentemente pueden ser medidas. Hay varios factores que influyen en la velocidad de las reacciones, entre ellos está la *temperatura* y la presencia de *catalizadores*.

Se recordará a los alumnos que la mayor parte de las reacciones que han visto tienen lugar rápidamente, pero se les hará recordar que algunas, como por ejemplo la oxidación del hierro (formación de herrumbre), es lenta. Para poder estudiar la velocidad a que tiene lugar una reacción y los factores que la afectan se puede poner un ejemplo sumamente sencillo: la reacción entre el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y el  $\text{ClH}$ . Esta reacción puede ser seguida con una balanza y en ella es fácil demostrar que el tamaño de las partículas así como la concentración del ácido influyen grandemente en la velocidad.

Haciendo reaccionar el tiosulfato sódico con el ácido clorhídrico se podrá ver también la influencia que la concentración del ácido y la temperatura tiene en la velocidad de la reacción.

Con estas dos experiencias se podrá preguntar. ¿Cuál es el efecto de la concentración en la velocidad de la reacción?

De una manera análoga a la anterior se verá el efecto de la temperatura, para lo cual se usará una vez más la descomposición del agua oxigenada determinando el efecto de catalizadores en la velocidad de la reacción.

*Al final de estos experimentos el alumno conocerá cómo se puede medir LA VELOCIDAD DE UNA REACCION Y ENTENDERA EL EFECTO QUE SOBRE ELLA EJERCE la concentración, la temperatura y los catalizadores.*

### CUESTIONES TRATADAS

- 1.ª Medida de la velocidad de una reacción: efecto del tamaño de las partículas.
- 2.ª Cómo afecta a la velocidad de la reacción la concentración de los cuerpos reaccionantes y la temperatura.
- 3.ª Cómo afectan a la velocidad de la reacción los catalizadores.

### TIEMPO EN QUE PUEDE DESARROLLARSE EL TEMA

Cada una de las reacciones necesita un período doble o su equivalente. Para la discusión y resúmenes se emplearán cuatro semanas.

### MATERIAL SUPLEMENTARIO NECESARIO

Libros de Química. Catalizadores. Lupa. Catalizadores industriales.

*Libros que se consultarán:*

- a) Collected Experiments, capítulo 14.
- b) Handbook for Teachers, capítulo 12.

### APARATOS

El profesor necesita tres erlenmeyer de 100 c. c. Un cronómetro. Una probeta de 100 c. c. Una balanza (granatario). Papel cuadriculado. Algodón. Trozos pequeños de mármol.  $\text{ClH}_2\text{M}$ .

## PROCESO

El curso de la reacción se sigue observando el cambio de peso que experimenta el matraz que contiene el CIH y el  $\text{CO}_2$  Ca por el desprendimiento del  $\text{CO}_2$ . El experimento lo hará el Profesor. Los alumnos pueden ayudar. Anotarán el resultado.

Se ponen 40 c. c. de CIH 2M en un erlenmeyer de 40 c. c.: Se agregarán 20 grs. de mármol granulado y se colocará en la boca del erlenmeyer una bola de algodón para evitar que el ácido pueda salpicar y dañar a la balanza. Se pesa el conjunto y, en el momento en que el peso se ha hecho, se pone en marcha el cronómetro. Se anotará el peso cada minuto o medio minuto. Se continuará durante 10-15 minutos (se anotará el tiempo para las pérdidas de 0,10 grs.).

Con los resultados obtenidos se hará una curva que demuestre la pérdida de peso con el tiempo. Con ella se determinará la velocidad de la reacción con el tiempo.

Se repetirá el experimento de la siguiente forma:

Se emplearán 1,2 grs. de mármol granulado y 40 c. c. de CIH i.M.

Se emplearán 1,2 grs de mármol de menor tamaño.

Se compararán las tres curvas.

Los experimentos pueden extenderse usando otras concentraciones del ácido.

Después del experimento se preguntará a los alumnos si ven alguna relación entre la velocidad de la reacción y la concentración del ácido.

Las gráficas mostrarán que la velocidad es más rápida cuanto menor sea el tamaño de las partículas y mayor la concentración del ácido. Preguntar a la clase si pueden explicarse la caída de la velocidad hacia el final. La velocidad disminuirá a medida que se gasta el ácido. Esto demostrará también que la concentración del ácido afecta a la velocidad de la reacción.

## LIBROS DE ORIENTACION Y PRECIOS

### *Para el Profesor*

Introducción y guía, 10 s. 6 d.  
 Curso básico p. Grados I y II. 25 s.  
 Curso de opción, Grado III. En preparación.  
 Colección de experimentos. En preparación.  
 Libro para el Profesor. En preparación.

### *Para el alumno*

Investigaciones en el laboratorio.  
 Grado IA, 6 s.  
 Grado IB, 6 s.  
 Grado II, 7 s 6 d.  
 Grado III, en preparación.  
 Libro de notas. En preparación.

## BIOLOGIA

El plan de trabajo se ha dividido en tres fases: la 1.<sup>a</sup> empezó en 1965 y se ocupó de las investigaciones preliminares que requiere la enseñanza de esta Ciencia. Los organizadores han trabajado en íntima colaboración con el grupo de investigadores

del Comité de Educación Biológica. Este Comité fue nombrado por la Royal Society y el Instituto de Biología. Además se ha pedido opinión a la Asociación para la Educación de las Ciencias, a Colegios de Educación, Colegios de Tecnología y Escuelas de Medicina y Odontología. También han pedido colaboración a gente interesada en Biología con objeto de hacer el proyecto lo más realizable posible.

En la primera fase cada grupo se ha ocupado de una materia de las que pueden presentar dificultades. Estos grupos son: Biología aplicada; Conducta; Desarrollo y célula biológica; Ecología, selección natural y evolución; Genética, incluyendo población genética. Una aproximación biológica a la estructura y a la función.

### LIBROS PUBLICADOS Y PRECIOS

Guía I del Profesor, 15 s. 6 d.

Guía II del Profesor, 13 s.

Guía III del Profesor, 17 s. 6 d.

Guía IV del Profesor, 22 s. 6 d.

Guía V del Profesor, 17 s. 6 d.

### PUBLICACIONES RECOMENDABLES

#### *Para la Física*

Guías para Profesores de los cursos I, II, III, IV y V.

Guías para la parte experimental de cada uno de estos cursos.

Cinco libros más para cuestiones de cada tipo de esos cursos.

#### *Para la Química*

Se ha publicado otra serie análoga a la de la Física más los siguientes:

Introducción y guía.

Libros para Profesores.

Ejemplos en el grado tercero

Colección de experimentos.

Libros de datos.

Investigaciones en el Laboratorio.

Grados IA-IB-II y III.

#### *Para la Biología*

Se han publicado los siguientes:

I. Introducción a cosas vivas.

II. La vida y los procesos vivos.

III. Mantenimiento de la vida.

IV. Cosas vivas en acción.

V. La perpetuación de la vida.

También se han publicado otras cinco guías para los Profesores correspondientes a los asuntos antes enumerados.

\* \* \*

La Revista "ENSEÑANZA MEDIA" deseando interesar a los Profesores españoles de Ciencias de Enseñanza Media en las publicaciones de la "Fundación Nuffield" espera le sean facilitados ejemplares de cada una de ellas para ponerlas a disposición del Profesorado.

ANDRES LEON MAROTO