El estado de la cuestión

BIBLIOGRAFÍA SOBRE TRABAJOS DE TIPO PRÁCTICO DE FÍSICA Y QUÍMICA

M.ª Teresa MARTÍN SÁNCHEZ*
Manuela MARTÍN SÁNCHEZ**

La realización de trabajos prácticos de Física y Química tiene muchos inconvenientes: puede ser peligrosa y resulta demasiado cara en cuanto a tiempo y dinero. Sin embargo, por las ventajas que puede ofrecer de cara a la formación del alumno, bien vale la pena hacer el esfuerzo.

Además muchísimas experiencias que pueden ser interesantes se pueden hacer sin riesgo de ninguna clase.

Por otra parte, en cuanto al tiempo que este tipo de enseñanza le puede suponer al profesor, porque tiene que montar la experiencia y volver a ordenar el material al final, se puede lograr una considerable reducción con una buena organización, que llevaría tiempo planificarla y ponerla en marcha, pero que sería válida por tiempo indefinido si tanto profesores como alumnos están dispuestos a aceptarla.

Es, prácticamente, cuestión de una semana, conseguir que los alumnos dejen cada cosa en su sitio, y que se acostumbren a utilizar los materiales que están perfectamente localizables. Ellos mismos terminan convenciéndose de la importancia que tiene el orden y la limpieza, e incluso se lo exigen a los compañeros.

Con relación al problema económico, sobre todo en Química, se puede superar con una cierta dosis de imaginación y buena voluntad. Parte de los productos y del material se pueden improvisar o suplir con objetos de uso corriente. Podríamos poner como ejemplos:

—las hueveras de papel plastificado, que regalan en las tiendas con los huevos, pueden servir como gradilla para colocar los tubos de ensayo, y cada mitad como placa de gotas, para alumnos principiantes, a quienes siempre se le marchan más gotas de la cuenta (fig. 1);

—la parte inferior de una botella de plástico cortada a unos cinco centímetros del fondo será una buena cuba electrolítica, un buen cristalizador, e incluso un recipiente adecuado para calentar al

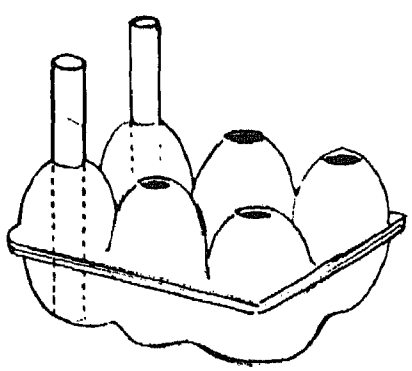

FIG. 1.

* Centro de Enseñanzas Integradas. Zamora.
** E.U. «Pablo Montesino». Madrid.

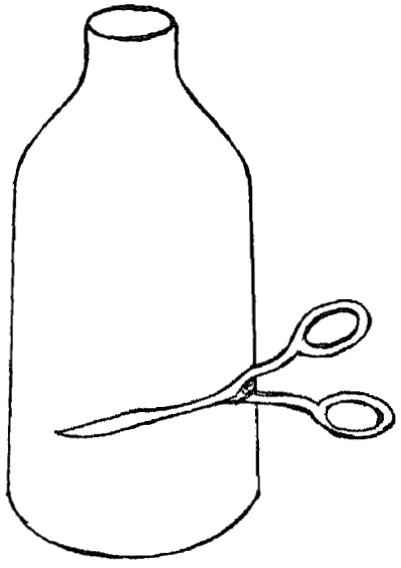

FIG. 2.

baño maría. Montones de cajas de plástico podrían utilizarse con fines similares (fig. 2);

—los lapiceros, con punta por los dos extremos, sirven como electrodos de grafito;

—en algunas tiendas de juguetes venden, por unas cien pesetas, motores eléctricos pequeños, que funcionan como motores y generadores, y que se pueden desmontar con facilidad para ver sus partes;

—con unos metros de hilo de bobinado, que en cualquier casa que se dedique a bobinar lo suelen regalar, los alumnos pueden hacer electroimanes, galvanómetros bastante sensibles, etc.;

—las botellas de plástico duro, transparente, se electrizan con facilidad por frotamiento acumulando gran cantidad de electricidad para las experiencias de electrostática;

—la mayoría de las prácticas de electricidad, a nivel elemental, se pueden realizar utilizando como generador una pila de 4,5 V.;

—para demostrar la ley de Ohm, si no se dispone de un generador de tensión variable, se pueden utilizar diversas agrupaciones de pilas de 4,5 V. Y como resistencia se puede utilizar la espiral metálica de un cuaderno;

—un acumulador eléctrico se puede montar con un trozo de botella, como cuba, dos trozos de plomo de una cañería vieja como láminas, sulfúrico concentrado y agua en la misma proporción los dos, y cargarlo con una pila de 4,5 V.

Más ejemplos de **improvisación de material** se pueden encontrar en los siguientes artículos:

AVERBUJ, E.: «Volta, nombre de una pila», *Cuadernos de pedagogía,* n.° 81-82 (1981), pág. 75. Explica cómo se hace una pila con dos monedas distintas (una peseta y un duro), intercalando un papel secante con una disolución salina.

BARRAL, A. y otros: «Jugando con indicadores», *Cuadernos de pedagogía,* n.° 81-82 (1981), pág. 72. Se pueden utilizar como indicadores ácido-base los colorantes de plantas como: lombarda, rosas, té, flores azules de los trigales, geranios...

«Cost of chemistry», *Chemistry International* (IUPAC), n.° 5 (1982), pág. 1. Da ideas para reducir el costo de los experimentos en química utilizando materiales más baratos. Por ejemplo: para distinguir iones cloruro e ioduro, utilizar iones plomo en lugar de iones plata.

DANIELS, D. J. y otros: «A simple battery holder», *School science review,* vol. 64, n.° 226 (1982), pág. 150.

«Home-made chemical instruments upgrade laboratory training at low cost», *Chemistry International* (IUPAC), n.° 1 (1982), pág. 7. Cómo hacer a bajo costo pH-metros, células conductimétricas, puentes salinos, etc.

SIDDONS, J. C.: «Experiments and calculations», *School science review,* vol. 64, n.° 226 (1982), pág. 38. Experimentos fáciles de hacer con botellas o juguetes: diablillo flotante, expansiones isotérmicas y adiabáticas, electroscopios y electrómetros.

SIDDONS, J. C.: «From electroscope to electrometer», *Phys. Educ.,* vol. 18 (1983), pág. 39. Experiencias de electrostática con material corriente (fig. 3).

TINDELL, C.: «A simple electrolisis cell», *School science review,* vol. 63, n.° 224 (1982), pág. 529. Cómo hacer una cuba electrolítica para recoger los gases con la parte superior de una botella de plástico (fig. 4).

SKINNER, J. F.: «Red cabbage and electrolisis of water», *Journal of chemical education,* vol. 58, n.° 12 (1981), pág. 1016. Dos ejemplos de electrolisis que pueden hacerse sobre retroproyector: la del agua y la de una disolución acuosa de KI. Utilizan como indicador el agua de cocer lombarda.

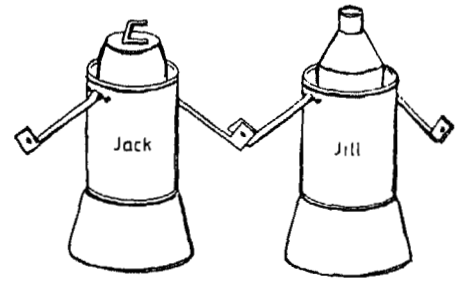

FIG. 3.

TREBELLA, J.: «Golfball molecule kit», *Chem 13 News,* n.° 136 (1982), pág. 6. Dónde se deben hacer los orificios en pelotas de golf para formar los vértices de un tetraedro, con el fin de utilizarlas para hacer modelos moleculares de compuestos orgánicos.

Con este mismo fin, podrían servir los siguientes libros: GIGLI, A.: *Del imán al motor eléctrico,* Edit. Fuenteantigua, Madrid, 1981; GONZALO, R.: *Construyamos un motor,* Edit. Labor, Barcelona, 1981; GRAF, R. F.: *Juegos y experimentos eléctricos: fáciles e inofensivos,* Edit. Labor, Barcelona, 1981; UNESCO: *Manual para profesores de Ciencias,* Edit. Unesco, Paris, 1980.

Como información para prácticas sencillas, sin riesgos y con material y productos baratos, en general, pueden ser interesantes:

DANT, D. K.: «Cooper reactions and conservation», *Chem 13 News,* n.° 131 (1982), pág. 12. Propone una serie de prácticas relacionadas con el cobre y sus compuestos para hacer el ciclo completo del cobre: disuelve el cobre en nítrico, precipita el hidróxido de cobre, lo disuelve en sulfúrico, y del sulfato desplaza el cobre con cinc.

IZQUIERDO, M. y otros: «Por una química de materiales», *Cuadernos de pedagogía,* n.° 94 (1982). Experiencias sobre las propiedades de los compuestos químicos: solubilidad, aspecto, propiedades químicas.

LINBERDG, Y. y otros: «Thirty experiments, a new way of studying chemical reactions», *Chem 13 News,* n.° 119 (1981) pág. 8. Programa experimental realizado con seis grupos de cinco alumnos. Cada grupo debe hacer diez experimentos y un resumen de cómo ha realizado cada uno. Describe los treinta experimentos: variación del pH del agua al respirar sobre ella, combustión del magnesio, nitrato de plata con cinc, electrolisis del cloruro de cobre (II)...

SAUNDERS, S.: «The chemistry of magic safety show», *Chem 13 News,* n.° 127 (1981), pág. 4. Describe una serie de prácticas más o menos vistosas que se pueden hacer como un «show» mágico.

SCHIBECI, R. A.: «More interesting and colourfull chemistry experiments», *School science review,* vol. 64, n.° 227 (1982), pág. 311. Varios experimentos vistosos que incluso se pueden hacer sobre retroproyector.

También pueden resultar interesantes los libros: GARCÍA GARCÍA, J. L.: *Experiencias básicas en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza: Física y Química en BUP,* Edit. ICE, Universidad de Santander, 1980; GIL, D.: *La investigación en el aula de Física y Química,* Edit. Anaya, Madrid 1982; LIPPINCOTT, W. T.: *Source book for chemistry teachers,* Edit. American Chemical Society, Division of Chemical Education, Universidad de Arizona, 1981; MARTÍN SÁNCHEZ, M.ª T.: *Prácticas de Química a nivel de enseñanza media,* Edit. ICE Universidad de Salamanca, 1982; ORTEGA GIRÓN, M. R.: *Prácticas de laboratorio de Física general,* Edit. Marzo 80, Barcelona, 1980; VARIOS: *Prácticas de Química para BUP y COU* (folleto a multicopista), Edit. ICE de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, 1978.

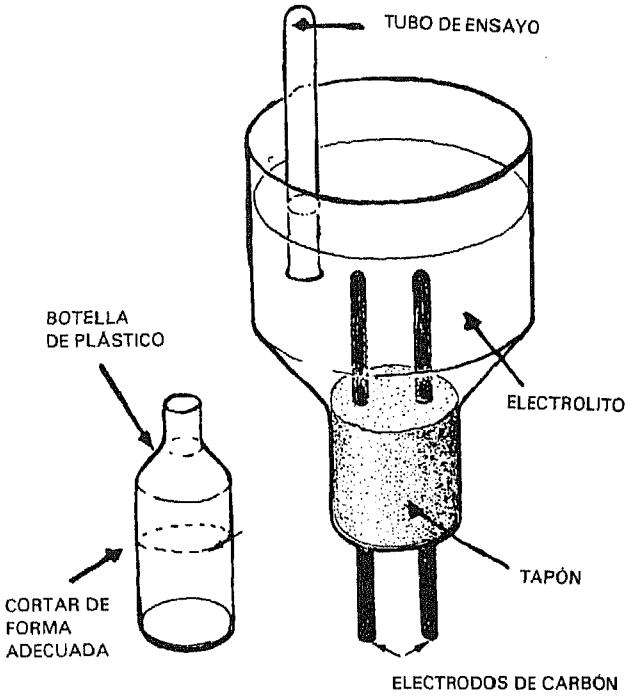

FIG. 4.

Relacionadas con el tema de la **«serie de tensiones»** de los metales:

ATKINS, G. y otros: «Demostrating that aluminium is a reactive metal», *School science review,* vol. 64, n.° 226 (1982), pág. 118. La actividad del aluminio disminuye por acción de la capa de óxido que recubre el metal, pero esta capa se puede eliminar fácilmente con una disolución de cloruro de sodio y recobra su actividad normal.

MEEK, E. G.: «Displacement of metals a possible project», *School science review,* vol. 63, n.° 225 (1982), pág. 705. Varios ejemplos de reacciones de desplazamiento de un metal por otro más activo, haciendo estudio experimental cuantitativo de los factores que influyen.

WADDLING, R.: «Quantifying the reactivite series», *Chem 13 News,* n.° 122 (1981), pág. 3. Electrolisis de una disolución mezcla de sulfato de cobre y de cinc.

Sobre el tema de **«electrolisis»:**

HANCOCK, D. J.: «Demonstrations of movement of ions in the electrolisis», *School science review,* vol. 64, n.° 226 (1982), pág. 122. Se puede hacer sobre retroproyector en una cápsula petri. Se llena hasta la mitad de agua, se utilizan electrodos en forma de T y una fuente de alto voltaje (400 V, 50 mA). Se echa un cristal de permanganato de potasio en medio de los electrodos, se baja el voltaje a 100 V y se ve cómo se mueven los iones del permanganato hacia el ánodo. Los cationes se pueden ver echando un cristal de sulfato de hierro y amonio, y añadiendo una disolución de sulfocianuro de potasio.

CHAN, P.: «Anodising of aluminium», *Chem 13 News,* n.° 126 (1981), pág. 4. Indica cómo se puede recubrir, por electrolisis, una placa de aluminio de una capa de óxido y posteriormente teñirla de un colorante. La lámina debe estar perfectamente limpia y la electrolisis se hace con sulfúrico 2M y con un cátodo cilíndrico, para que rodee el ánodo y el recubrimiento sea homogéneo.

Sobre **«energía solar»:**

HARRISON, A. W.: «Experiment with solar collection and radiation cooling», *The Science Teacher,* vol. 47, n.° 6 (1980), pág. 29. Diversos modelos de colectores de energía solar para estudiar la influencia del color del colector o del tipo de recubrimiento.

WILLIAMS, J.: «Building solar furnaces», *School science review,* vol. 63, n.° 223 (1981), pág. 267. Montajes sencillos para captar energía solar (fig. 5).

Relacionados con **«fotografía»:**

FERNÁNDEZ, J. J.: «Laboratorio fotográfico para blanco y negro», Revista *DIAGROUP,* n.° 2, pág. 14 (editada por EDEBE, San Juan Bosco, 62, Barcelona-17 o Alcalá, 164, Madrid). Explica de forma detallada todos los pasos a seguir en el revelado de fotografías.

«Photography in the laboratory», *Chemistry International* (IUPAC), n.° 2 (1982), pág. 10. Cómo se deben realizar las fotografías de un experimento para obtener la máxima información en la fotografía.

HERRMANN, P.: «Photographic "hypo" vaste to silver nitrate», *Chem 13 News,* n.° 124 (1981), pág. 4; STEVENS, G. H.: «Reclamation of silver residues», *Chem 13 News,* n.° 124 (1981), pág. 5. El primero parte de residuos de los líquidos de revelado y el segundo de residuos de cloruro de plata.

A los alumnos les gusta hacer experiencias relacionadas con **«temas de la vida diaria»** y en este sentido serían recomendables:

GADEK, F. J.: «Enology», *Journal of chemical education,* vol. 59, n.° 8 (1982), pág. 654. Estudio experimental del vino: pH, componentes volátiles, destilación, medida del contenido del SO_2, grado alcohólico, sólidos disueltos.

INGLEBY, D.: «Food testing worksheet», *School science review,* vol. 64, n.° 227 (1982), pág. 364. Ficha para determinación de los componentes de los alimentos: almidón con iodo, proteínas con sulfato de cobre en medio básico, glucosa con reactivo de Benedict, grasa triturando con alcohol.

MAZET, A.: «Milk makes it!», *Chem 13 News,* n.° 122 (1981), pág. 6. Análisis cualitativo de la leche: proteína con nítrico, haluros con iones plata...

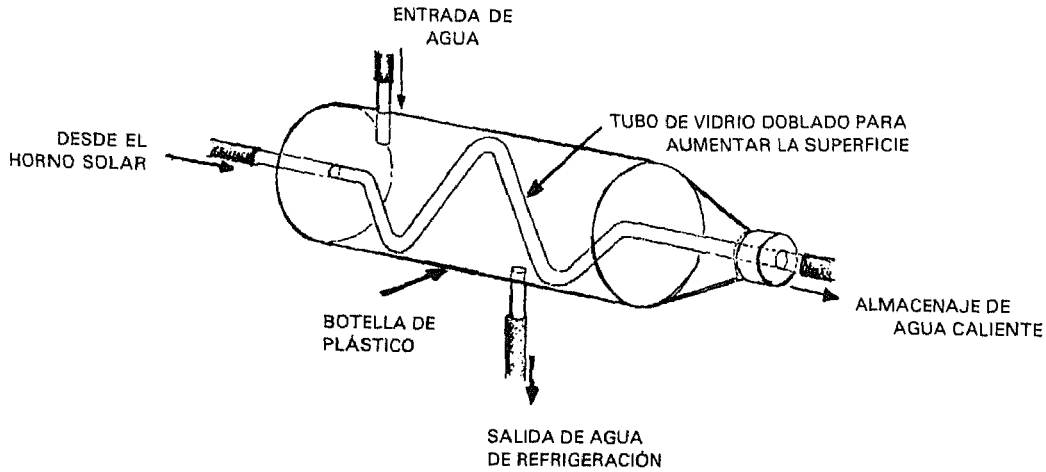

FIG. 5

NECHAMKIN, H.: «The recovery of nickel from stainless steel», *Chem 13 News,* n.° 124 (1981), pág. 6. Se disuelven en agua regia, se le añade fluoruro de sodio, se filtra, se echa amoniaco en exceso y se precipita el níquel con dimetilglioxima. Se disuelve el precipitado con HCL y se cristaliza el cloruro de níquel.

UNSWORTH, E. A. y otros: «Physics in the open air», *Education in Science,* n.° 97 (1982), pág. 21. Relación de estudios que se pueden hacer a nivel elemental sobre: Flujo, energía y agua.

WALKER, J.: *Feria ambulante de la Física,* Edit. Limusa, México, 1979. Explicación de fenómenos de la vida cotidiana mediante las teorías físicas. Consta de tres partes: planteamiento del fenómeno, bibliografía y solución.

Puesto que la puesta en marcha de este tipo de trabajos requiere más esfuerzo y dinero es muy importante sacar el máximo provecho y en este sentido creemos que es muy valioso y merece la pena leerse el artículo: HANSON, A. L.: «You don't have to think in the laboratory!», *Journal of chemical education,* vol. 59, n.° 8 (1982), pág. 671. Para que realmente las prácticas sirvan para hacer pensar a los alumnos deben estar bien planificadas y se les debe preparar con preguntas que les hagan fijarse en lo importante y darse cuenta de lo que allí sucede. Es una buena oportunidad para mantener una conversación con los alumnos y darse cuenta de lo que entienden y no entienden y de cómo razonan.

Siempre que sea posible creemos que el mejor tipo de enseñanza será la individualizada para que realmente el alumno se enfrente con el fenómeno y se responsabilice con lo que está haciendo. Sería preferible que determinados trabajos se hicieran por grupos, aunque se corra el riesgo de que alguno de los alumnos no se entere de nada.

Es muy importante que hagan un resumen escrito de lo que han hecho y lo que han entendido.

Como ejemplo de lo que puede ser una ficha de trabajo para un alumno de nivel de COU o de 3.° de BUP, hemos redactado la electrolisis del cloruro de estaño (II) propuesta por SCHIBECI, R. A. (*School science review,* vol. 64, n.° 227 (1982), pág. 311) y que por ser muy espectacular ha tenido bastante éxito entre nuestros alumnos. Es una práctica que también se puede hacer para toda la clase sobre el retroproyector. En cualquier caso se debe hacer en un recipiente de cristal o transparente para que se vea bien la hidrólisis. Si no disponen de balanza se les da una pequeña cantidad de $SnCl_2$, en lugar de decirles que lo pesen.

Ficha para el alumno

—pese 1 g de cloruro de estaño (II).

—en un vaso de 100 c.c. de forma baja, o un trozo de botella de plástico *transparente,* eche el cloruro de estaño (II) y añádale 15 c.c. de agua.

—agite para que se disuelva.

—el cloruro de estaño (II) reacciona con el agua, por eso la disolución no queda transparente:

—escriba la reacción $SnCl_2 + HOH$.

—indique cuál es el aspecto que ha tomado el contenido del vaso y diga a qué compuesto químico se debe.

¿Cómo se llama la reacción de una sal con el agua?

Teniendo en cuenta que las reacciones de las sales con el agua son reversibles, cómo conseguiría, aplicando el principio de Chatelier, que la reacción se desplazara de tal forma que quedaran sólo los productos de partida, es decir, $SnCl_2$ y HOH.

—¿de qué sustancia dispone en el laboratorio que al echarla desplazaría la reacción en el sentido de la reacción inversa?

—añada 2 c.c. de una disolución concentrada de la sustancia a que se refiere el apartado anterior (si duda consulte al profesor antes de añadirla).

—indique qué aspecto ha tomado ahora el contenido del vaso que le permite indicar que ha desaparecido la hidrólisis.

—utilizando como electrodos hilos de estaño, conecte la disolución con una pila de 4,5 V. Para que le sea más fácil la conexión, una el electrodo a la pila con un cable corriente.

—describa lo que observa en cada electrodo y escriba las reacciones que han tenido lugar.

—haga un esquema del montaje y ponga el nombre a cada parte. Indique el sentido de desplazamiento de los electrones.

La ficha está redactada de acuerdo con la información que sabemos que conoce el alumno.

* * *

Nota: SCHOOL SCIENCE REVIEW, Revista de la Asociación de Profesores de Ciencias de Inglaterra. Resulta más barato ser socio de la asociación y se recibe esa revista y «Education in Science», que suscribirse a la revista. Dirección de la Asociación: ASSOCIATION FOR SCIENCE EDUCATION; College Lane, Hatfield, Herts, Al 10 9AA (Inglaterra). Cuota: 14 libras.

Journal of Chemical Education; publicado por la DIVISION OF CHEMICAL EDUCATION of The American Chemical Society, Edit. LAGOWSKI, J. J., University of Texas, Austin, TEXAS 787 12 (USA). (Suscripción un año: $ 22, tres años: $ 64, si es personal).

«Chem 13 News»; Edit. University of Waterloo, Ontario, Canadá, N2L 3G1 10 dólares canadienses.