

Importancia de la química preparativa en los primeros estadios del aprendizaje

Introducción

José Antonio Martínez Pons

cuyo valor didáctico, si se saben explotar, puede ser muy grande.

EN el estudio de la química las reacciones son evidentemente fundamentales, sin embargo para muchos estudiantes estas reacciones son algo abstracto, más semejante a una ecuación matemática, que una representación de un fenómeno real. No existe clara distinción entre «producto» y «reactivo», y la idea mental que muchos alumnos tienen se parece más a una cadena en la cual por un lado entran unas sustancias y por el otro salen otras, que a lo que realmente son la mayoría de reacciones reales.

Las especies químicas, su aspecto físico, sus propiedades y sus obtención son algo que nada o poco tiene que ver con las fórmulas que aparecen en los libros. De ahí que sea interesante que desde los primeros estadios del estudio de la química en serio, los estudiantes relacionen «fórmula» con sustancia», «ecuación» con «reacción» y ello debe hacerse en el laboratorio.

Toda preparación requiere un conjunto de pasos

1 Agradecimientos:

A mi maestro y amigo el profesor Dr. José Luis Hernández Pérez del I.E.S. "La Estrella" de Madrid, por sus brillantes sugerencias y constante ánimo en mi trabajo de cada día.

A los profesores del Departamento de Física y Química del I.E.S. Las Lagunas, en especial al Dr. Leovigildo Cubillo por la ayuda en la puesta a punto de los trabajos prácticos.

Es preciso:

1. Buscar el método de obtención adecuado.
2. Comprender la reacción o reacciones necesarias.
3. Comparar el método con otros.
4. Diseñar y montar un dispositivo apropiado. Tener en cuenta las precauciones necesarias.
5. Preparar los reactivos, identificando, pesando, molturando, disolviendo etc...
6. Identificar los productos y purificarlos si es preciso.
7. Calcular los rendimientos teóricos y reales.
8. Estudiar las propiedades y utilidades de los productos.
9. Ver la posibilidad de extrapolar el método a escala industrial.

Ello requiere, no la simple aplicación de una receta sino un trabajo de reflexión y de revisión bibliográfica cuya papel enriquecedor es grande.

Como se puede observar una sencilla práctica puede dar mucho de sí, obligando al alumno a un repaso en profundidad y además contribuirá de forma importante a construir lo que bien se podría

llamar «cultura química básica» de la cual nuestros alumnos están tan ayunos (y tal vez nosotros mismos). (Una de las razones por las que la química se hace antipática a los estudiantes es por la necesidad que implica de «saber cosas», los estudiantes llegan a ella con la idea de que como es una materia de ciencias, basta «entender», no es preciso saber ni por tanto memorizar).

¿Qué prácticas hacer?

Con dos limitaciones nos encontramos: tiempo y dinero, dando por obvia la escasa habilidad de los estudiantes.

Por la primera habrá que programar prácticas que puedan realizarse en poco tiempo o que puedan fraccionar su realización en varios períodos sin menoscabo del resultado final.

Por la segunda habrá que buscar experimentos que no requieran reactivos ni equipo caros, y siempre habrá que procurar que la manipulación sea simple y con poca probabilidad de accidentes o errores.

Además, se buscarán síntesis que en general «salgan bien a la primera», que no entrañen excesiva complicación y que no impliquen peligro de explosiones, desprendimiento, de productos nocivos etc. en este sentido, no sería recomendable la síntesis del ácido nítrico, por los gases que desprende, o la acetilación del ácido salicílico, no obstante su interés porque falla muchas veces.

Por lo demás es conveniente que se sintetizen sustancias, orgánicas o inorgánicas «que sirvan para algo» y que se pueda escribir una pequeña memoria sobre la utilidad o utilidades del producto sintetizado, e, incluso experimentar sobre sus propiedades.

¿Cómo organizar la práctica?

La práctica de laboratorio en general es algo muy serio, que debe ser preparado con cuidado. Nada más lejano al guión tipo receta de cocina que el alumno más o menos sigue mecánicamente, sin enterarse de lo que está haciendo. Por supuesto, tampoco es concebible la práctica como un juego de magia, por supuesto, dejar a los alumnos en el laboratorio en completa libertad.²

Por ello parece recomendable, organizar el trabajo de la siguiente forma:

1.— *Prelaboratorio*. En este bloque se explicará a los alumnos que se pretende conseguir, cómo y por qué. Se analizará en profundidad la química del método, escribiendo las reacciones, ajustándolas, teniendo en cuenta las circunstancias, el medio etc... y comparando, si hace al caso el método que se usará con otros posibles.

Se resaltaré el carácter de la reacción: si es una reducción, una oxidación, una desproporción etc. (en lo ejemplos que se sugieren se ha buscado la máxima variedad en este aspecto) y de los reactivos

Se harán los cálculos previos, si es preciso.

2.— *Laboratorio*. Es el bloque de trabajo práctico. Los alumnos ya saben lo que deben hacer. Por tanto montarán el dispositivo, prepararán las disoluciones necesarias etc... No es conveniente que tra-

2 Este método puede parecer a algunos excesivamente "dirigista", contrario a algunas escuelas pedagógicas partidarias de una mayor libertad y del "descubrimiento espontáneo". Hay muchas razones, la experiencia personal la primera, que demuestran que raras veces este fenómeno en verdad se produce y que en el trabajo de laboratorio, el riesgo físico que se corre, por no hablar de otros, al dejar a los alumnos inexpertos "faire à son aire", no guarda relación con las posibles ventajas que según estas escuelas, se consiguen.

bajen en grupos grandes. Un máximo de tres por equipo puede aceptarse.

El profesor vigilará mucho esta parte de la práctica, preguntando, comprobando que se ha comprendido lo que se está haciendo y evitando errores que para un experto pueden resultar inconcebibles, pero que la práctica docente enseña que son frecuentes.

3.— *Postlaboratorio*. Se dedicará los cálculos finales, a comentar las incidencias y a preparar el informe de la práctica, que incluirá toda la información que se haya podido recabar.

4.— *Redacción de un informe científico*. Será lo más completo y razonado posible, en el que se comente el método, se ilustre con esquemas y diagramas, se refiera detalladamente el proceso químico, se narren las incidencias, se calculen los rendimientos y se saquen conclusiones. También incluirá un resumen de la utilidad del producto obtenido. Aunque esto vaya un poco en contra de lo que ahora está de moda, es preferible que el informe sea individual, aunque en el laboratorio se haya trabajado por grupos.

Es muy importante resaltar que la obtención del producto no es en sí misma un fin, sino un medio para que los alumnos aprendan química y métodos químicos y lo primero que deben observar es que las reacciones que se escriben en un papel funcionan en la realidad, pero que en general, los reactivos y los productos están «revueltos» en un reactor. Dicho de otro modo, las ecuaciones químicas son una abstracción de la realidad pero representan un hecho real, no un ente de razón, como las algebraicas.

Las prácticas pueden completarse con una visita a una planta química, para que puedan comparar la diferencia entre la escala laboratorio y la escala industrial o sustituir esta visita por una película.

Tampoco es mala práctica que algún alumno exponga públicamente los resultados de su trabajo y responda las cuestiones que el resto de la clase le plante.

Conclusiones

La síntesis en el laboratorio de sustancias químicas desde los primeros estadios del aprendizaje de la disciplina es interesante porque:

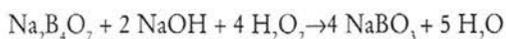
1. Mejora la comprensión general de las leyes básicas de la química.
2. Despierta la curiosidad por la utilidad de los productos químicos y sus aplicaciones.
3. Facilita la comprensión del sentido de las reacciones químicas y sus ecuaciones.
4. Da sentido a los cálculos estequiométricos.
5. Desarrolla habilidades y destrezas como son.
 - i) manipulación adecuada de instrumental
 - ii) limpieza y cuidado en las operaciones,
 - iii) rigor en la preparación de reactivos
6. Da un sentido práctico a la química y la relación con la industria.

Ejemplos

Se sugieren a continuación ejemplos que la experiencia ha demostrado que son adecuados.

a.— PREPARACIÓN DEL PERBORATO DE SODIO A PARTIR DEL BÓRAX. (López Varona).

Consiste en oxidar el bórax (tetraborato de sodio) en medio alcalino.



Se pesarán unos 15 g de bórax comercial, se

disolverán en muy poca agua, prácticamente a saturación, a la solución se le añadirán 3 g de sosa, se filtrará y en frío, se añadirán unos 90 ml de agua oxigenada al 20%³.

Se deja reposar y van apareciendo los cristales del perborato. Al día siguiente se recogen y se lavan en Buchner, con alcohol-éter.

Una vez secos se pesan y deben obtenerse unos 10 a 12 g de perborato tetrahidrato.

Pueden estudiarse las propiedades físicas y químicas del perborato, especialmente el desprendimiento de oxígeno en disolución o más violentamente, si se calienta, y la aplicación de esta propiedad a la principal utilidad del perborato, desinfectante y agente blanqueante.

Se observará que, no obstante no requerir una manipulación complicada, es preciso que se prepare la disolución al 20%, que se estudie el papel del medio de reacción, en este caso alcalino, que se verifiquen los rendimientos, e incluso, puede llegarse más lejos, comprobando la presencia del agua de cristalización.

Otras preparaciones sencillas y muy ilustrativas, pueden ser:

Obtención del fosfato de cinc, por reacción entre el hidrógeno fosfato de sodio y el sulfato de cinc, o del cloruro cuproso a partir de la reducción del sulfato de cobre con bisulfito, o del tiosulfato por reacción del bisulfito con el azufre.

Las síntesis orgánicas suelen requerir montajes más complicados y reactivos más peligrosos, además la purificación del producto suele ser más laboriosa, por ello es más difícil encontrar experiencias de un nivel elemental satisfactorio.

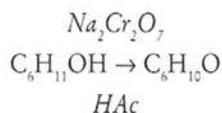
³ El agua oxigenada de laboratorio tiene una pureza del 30%, sin embargo téngase presente que este producto no es estable y con el tiempo se descompone, en este sentido es posible que la reacción "falle" y sea preciso añadir agua oxigenada "pura".

Se propone como ejemplo

b.— OBTENCIÓN DE CICLOEXANONA A PARTIR DE CICLOEXANOL.

Consiste en la oxidación del cicloexanol, con rotura del anillo para dar el ácido correspondiente, con el intermedio de la cetona cíclica.

1.— Preparación de la cetona



Procedimiento. En un erlenmeyer de 125 ml se disuelve 15 g de dicromato de sodio en 25 ml de ácido acético puro. Se calienta en placa y se enfría con hielo hasta 15° C.

En otro matraz se enfría en baño de hielo una mezcla de 15 g de cicloexanol y 10 ml de ácido acético. Se ajusta su temperatura a 15° y se mezclan ambas disoluciones y se anota la hora. Se saca el erlenmeyer del baño de hielo y se comprueba su temperatura, cuando alcanza los 60° (quema al tacto) se reintroduce en el baño, sacándolo y metiéndolo intermitentemente y procurado que no pase de los 65°. Cuando la temperatura empieza a descender y en el seno de la reacción aparece un color verde, la reacción ha terminado (20 ó 25 min). Se deja reposar unos 10 minutos.

A continuación se monta un destilador en corriente de vapor y se procede a destilar el producto. Se destila hasta que deja de salir el producto aceitoso.

Al destilado se añade 0,2 mg de cloruro de sodio por ml de agua que se disuelve por completo. En un embudo de decantación se lava con 25 ml de éter y se separa la fase etérea de la acuosa. Esta se lava con éter dos veces más. A continuación se lava la

fase etérea con 25 ml de sosa al 10% para eliminar el exceso de ácido acético. Se comprueba con papel indicador.

Por destilación se separa el éter que se recoge para posterior utilización.

En este punto se pesa la cetona obtenida y se calculan rendimientos.

Puede proseguirse, por oxidación con permanganato, hasta la obtención del ácido adípico, no obstante el método es un tanto laborioso y no se recomienda salvo que se organice algún se-

minario de prácticas para alumnos avanzados.

Al ácido se puede llegar directamente por oxidación energética, con ácido nítrico, pero el método no es recomendable por los vapores que desprende y por su rendimiento, del orden de 50 %.

Se sugieren otros ejemplos, como las obtenciones de nitrobenzeno, preparación de éter sulfúrico a partir del etanol, por tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, preparación y purificación de anilina etc...

BIBLIOGRAFÍA

BRAUER. (1958). Química inorgánica preparativa. Barcelona: Reverté.

BREWSTER R.Q. y otros. (1982). Curso práctico de química orgánica. Madrid: Alhambra.

CHEM. (1966). Química una ciencia experimental. Barcelona: Reverté.

DODD ROBINSON. (1965). Química inorgánica experimental. Barcelona: Reverté.

LÓPEZ VARONA, J.L. (1970). Curso práctico de Química general. Valladolid: Sal terrae.

NEGRO, J.L. (1970). Química práctica básica. Madrid: Alhambra.

PARRY, L. y STEARMAN, L. (1973). Química experimental Fundamental. Barcelona: Reverté.

SHAKHASHIRI, W.B.Z. (1985). Chemical Demonstrations. Wincosin University Press.

SEINKO PLANE. (1969). Manual de laboratorio. Madrid: Aguilar.

VITORIA, S.J.E. (1923). Prácticas químicas. Barcelona: Casals.

Resumen

No obstante el progresivo abandono que parece que está sufriendo la química descriptiva, hecho relacionado con la evolución de la propia disciplina, cada día más alejada de descripciones y taxonomías, y más preocupada por el establecimiento de una leyes generales, la síntesis en el laboratorio de sustancias puede ser altamente formativa y es conveniente utilizarla.

En este trabajo se exponen algunas razones que justifican este uso en estudiantes en los primeros pasos de su aprendizaje químico y se dan pautas, basadas en la experiencia docente del autor, para su adecuada aplicación.

Palabras clave: «Química preparativa», «Didáctica», «Experiencia docente».

Abstract

In spite descriptive chemistry seems to suffer progressive abandon -fact wich is related with the evolution of this same subject and wich is more and more giving ut descriptions and taxonomies whereas mores and more concerned with general laws, the synthesys in the substance laboratory can be extremely formative and advisable to use.

José Antonio Martínez Pons

Dpto. Física y Química

I.E.S. «Las Lagunas» Rivas Vaciamadrid

Avda. Gabriel García Márquez, s/n

28529 Madrid

Dpto. Ingeniería Química

Facultad de Ciencias

Campus Universitario

Universidad de Alcalá de Henares

Ctra. Madrid-Barcelona Km. 33,600.

28871 Alcalá de Henares

Madrid