

Transformación de un trabajo práctico tradicional

L. Landau, M. Sileo, L. Lastres¹

Abstract (Transformation of a traditional laboratory experience)

We describe in this work an attempt to change the traditional presentation of a laboratory activity guide, used in a basic chemistry course, by a new one, in which significant learning is facilitated and the student becomes familiar with the working characteristics of experimental sciences. The activity guide is presented in its traditional style, together with the modified one, and the bases of the proposed changes are established.

Resumen

En este trabajo intentamos cambiar la presentación de una guía de trabajos prácticos tradicional, de las utilizadas en los cursos básicos de química, por una propuesta diferente que pretende facilitar un aprendizaje significativo y familiarizar al alumno con algunas de las formas de trabajo características de las ciencias experimentales. Mostramos en primer lugar la guía de trabajos prácticos escrita según el estilo tradicional, luego la guía modificada y, por último, la fundamentación de los cambios propuestos.

Introducción

Los trabajos prácticos que habitualmente se proponen en cursos de química son en muchos casos una serie de indicaciones respecto a las actividades a realizar, que lo convierten en una simple repetición de los pasos indicados. Este tipo de actividad, por sus características, no da lugar a la construcción de nuevos conocimientos en los alumnos (Gispert, Carrascosa y Gil, 1990).

Dado que el interés de los docentes radica específicamente en que los alumnos realicen un aprendi-

zaje significativo, se hace imprescindible modificar las propuestas de las actividades experimentales para que respondan a estas expectativas (Gil Pérez, Navarro Faus y González, 1992).

En este trabajo intentamos cambiar la presentación de una guía de trabajos prácticos tradicional de las utilizadas en los cursos básicos de química, por una propuesta diferente que contemple el planteo de situaciones problemáticas cuyas respuestas no se logren con la simple reproducción de un contenido.

Hemos elegido un trabajo práctico sobre estequiometría, tema que se desarrolla en los cursos de Química de los primeros años de ingeniería, ciencias exactas, farmacia y bioquímica, agronomía, etcétera, y que es además de comprensión sencilla, lo cual hará que se puedan comparar más fácilmente las diferencias entre la propuesta tradicional y la nuestra.

En la primera parte de este trabajo mostramos la guía de trabajos prácticos escrita según el estilo tradicional, en la segunda la guía de trabajos prácticos modificada y en la tercera la fundamentación de los cambios propuestos.

PRIMERA PARTE

Estequiometría (*estilo tradicional*)

En este trabajo práctico se trabajará con una reacción de precipitación: la formación de PbCrO_4 .

Objetivos:

- Determinar los coeficientes estequiométricos de la siguiente reacción:
- $$\text{K}_2\text{CrO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbCrO}_4 + \text{KNO}_3$$
- Interpretar el concepto de reactivo limitante y de reactivo en exceso.

Procedimiento:

Colocar en una gradilla 5 tubos de ensayo numerados del 1 al 5. En cada tubo colocar 5.0 cm³, 4.0 cm³, 3.0 cm³, 2.0 cm³ y 1.0 cm³, de disolución acuosa de $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ 0.1M, respectivamente, medidos con pipeta. Agregar a estos tubos y, en forma ordenada,

* Cátedra de Química. Ciclo Básico Común. Universidad de Buenos Aires. Dirección de contacto con Luz Lastres: Arenales 2949- 4° B. Buenos Aires (1425). Argentina. Tel/Fax (541) 825-0307

Correo electrónico: RGL@COLTAR.EDU.AR

Recibido: 20 de noviembre de 1996.

Aceptado: 5 de mayo de 1997.

1.0 cm³, 2.0 cm³, 3.0 cm³, 4.0 cm³ y 5.0 cm³, de disolución acuosa de K₂CrO₄ 0.1 M. Dejar pasar un tiempo para que sedimenten bien los precipitados. Observar que en todos los tubos se forma un precipitado amarillo. Medir la altura de los sedimentos con una regla graduada en milímetros y completar el cuadro 1.

La cantidad de precipitado formado es proporcional a la altura del mismo.

Representar gráficamente en papel milimetrado la altura del precipitado en función del número de moles de K₂CrO₄ agregado a cada tubo. A partir del gráfico podrá determinar la relación estequiométrica. Como se podrá observar en el tubo 3 la altura del precipitado es máxima, y en él se verifica la relación estequiométrica. En consecuencia la relación entre los volúmenes de los reactivos agregados a dicho tubo corresponde a la relación de coeficientes estequiométricos. Con base en los mismos, deduzca los coeficientes estequiométricos de los productos teniendo en cuenta la ecuación previamente planteada.

En los tubos 1, 2, 4 y 5 determine cuál es el reactivo limitante y cuál el reactivo en exceso.

Presentación de Informe

Cuestionario

1. ¿Por qué la relación estequiométrica se verifica en el tubo donde la altura del precipitado es máxima?

2. En el resto de los tubos determine cuáles son los reactivos limitantes y cuáles están en exceso. Justifique sus respuestas.

SEGUNDA PARTE

Estequiometría (propuesta modificada)

Conocimientos previos

Sistemas Materiales. Ley de Lavoisier. Teoría Atómica Molecular. Uniones. Nomenclatura. Disoluciones. Normas de seguridad para el trabajo del laboratorio.

Introducción

En esta experiencia se determinarán los coeficientes estequiométricos de la reacción química que se produce entre el cromato de potasio y el nitrato de plomo.

Cuadro 1

Observación	Pb(NO ₃) ₂ 0.1 M (cm ³)	número de moles	K ₂ CrO ₄ 0.1 M (cm ³)	número de moles	Altura
1	5.0	5×10 ⁻⁴	1.0	1×10 ⁻⁴	
2	4.0	4×10 ⁻⁴	2.0	2×10 ⁻⁴	
3	3.0	3×10 ⁻⁴	3.0	3×10 ⁻⁴	
4	2.0	2×10 ⁻⁴	4.0	4×10 ⁻⁴	
5	1.0	1×10 ⁻⁴	5.0	5×10 ⁻⁴	

Materiales de trabajo

Reactivos: disolución 0.1 M de cromato de potasio disolución 0.1 M de nitrato de plomo.

Materiales: tubos de ensayo, gradillas, pipeta, regla graduada, manuales del laboratorio.

Tener en cuenta las normas de seguridad adecuadas y la toxicidad de las sustancias utilizadas para todas las operaciones a realizar en el laboratorio.

Actividades a desarrollar

1) Discutir si las siguientes transformaciones son de tipo físico o químico:

a) La transformación que ocurre al sacar un cubito de hielo del congelador y dejarlo al ambiente en un recipiente.

b) La preparación de un café.

c) El proceso que se presenta al dejar caer vinagre sobre bicarbonato de sodio.

d) La corrosión de un clavo de hierro.

e) La combustión del alcohol.

f) Romper un papel.

g) Quemar papel.

2) Representar mediante la ecuación química correspondiente las transformaciones químicas de la actividad anterior. Señalar en cada una de ellas reactivos y productos. Analizar la validez del principio de conservación de la masa en una reacción química.

3) Verificar experimentalmente qué tipo de transformación se produce cuando se mezclan disoluciones de nitrato de plomo con cromato de potasio. Cotejar con la bibliografía las propiedades físicas de todas las sustancias involucradas en la transformación.

4) Proponer algún experimento sencillo que permita comprobar si la altura del precipitado obtenido cuando se produce la reacción entre el nitrato de plomo y el cromato de potasio depende de:



- j) la cantidad de nitrato de plomo
- ii) la cantidad de cromato de potasio

5) Proponer algún experimento sencillo que permita comprobar si la altura del precipitado obtenido cuando se produce la reacción entre el nitrato de plomo y el cromato de potasio depende de las cantidades relativas de los reactivos manteniendo constante el volumen total de la disolución.

6) Realizar los experimentos propuestos en las actividades 4 y 5.

7) Resumir en un cuadro las mediciones realizadas y los resultados obtenidos para cada experiencia.

8) Diseñar un procedimiento gráfico que permita relacionar la cantidad de producto obtenido en cada tubo con las diferentes variables puestas en juego.

9) Escribir la ecuación química en función de los resultados obtenidos en la actividad anterior. Escribir la ecuación química balanceada teóricamente y comparar los coeficientes estequiométricos con los obtenidos experimentalmente.

10) En el cuadro preparado en la actividad 7, indicar en qué tubo se verifica la relación estequiométrica. Determinar el reactivo limitante y el reactivo en exceso en los tubos restantes.

11) Discutir qué sucedería si en lugar de preparar las disoluciones con sustancias para análisis se hubieran utilizado sustancias de tipo industrial.

12) Sugerir algún método para determinar el rendimiento de la reacción, indicando los materiales y reactivos necesarios para su realización en el laboratorio.

13) Analizar los errores de los procedimientos utilizados. Indicar qué modificaciones introduciría para disminuirlos.

14) Investigar acerca de la síntesis industrial y aplicaciones del producto obtenido.

15) Realizar un informe completo de las tareas realizadas que incluya objetivos, procedimiento, resultados y conclusiones.

TERCERA PARTE

Fundamentación de los cambios propuestos

Actividad 1

Lo que se persigue con esta actividad es situar al alumno en el tema, discutir acerca de la importancia de conocerlo y actualizar los conocimientos previos. Proponemos que esta actividad se realice en forma grupal entre los alumnos y con la participación del docente.

Es el momento adecuado para rever conceptos, eliminar dudas y aclarar confusiones acerca de temas ya trabajados: interpretación de fenómenos, cambios de estado, disoluciones, uniones químicas, nomenclatura.

Hemos elegido para trabajar en esta actividad ejemplos sencillos de la vida diaria para que los alumnos reconozcan la importancia del tema y se motiven para la realización de la parte experimental.

La discusión recíproca y bidireccional genera al desarrollar esta actividad debería llevar a los participantes a formular las siguientes generalizaciones:

- todo cambio químico involucra transformación de ciertas sustancias en otras (reactivos en productos)
- los cambios químicos se pueden simbolizar con ecuaciones químicas.

Actividad 2

El desarrollo de esta actividad permitirá aplicar las generalizaciones anteriores, familiarizarse con la terminología del tema y orientar el trabajo posterior. Una vez que el alumno reconoce y comprende claramente la diferencia entre la transformación física y la química, puede empezar a realizar la representación simbólica específica.

La realización de esta actividad llevará al alumno a aplicar el principio de conservación de la masa (ya trabajado previamente) a una situación diferente,

la reacción química, e inmediatamente a la formulación de otra conclusión:

- toda ecuación química debe “balancearse”, o
- toda ecuación química debe ajustarse con coeficientes estequiométricos

Actividad 3

Lo que se pretende en esta instancia es reconstruir y transferir los conceptos elaborados en las actividades anteriores a la situación específica de la tarea experimental (Gil y Carrascosa, 1991). El desarrollo de esta actividad le permitirá al alumno utilizar las ideas formuladas en la actividad 1 y a su vez reforzarlas con la consulta bibliográfica. El alumno reconocerá inmediatamente que para contrastar en forma práctica la conclusión surgida teóricamente de la actividad 2, debe plantear otras situaciones experimentales, contando ahora con la ventaja de conocer las características distintivas de los reactivos y de los productos.

Actividades 4 y 5

El desarrollo de estas actividades permite orientar al alumno acerca de las experiencias que se pueden diseñar para comprobar las ideas surgidas en la actividad 2.

Como dispone de los reactivos en disolución acuosa deberá manejarlos con mediciones volumétricas. Uno de los caminos que posiblemente elija será el de mantener constante el volumen de una de las disoluciones de reactivos y variar el volumen de disolución del otro. Seguramente el alumno también comprobará que al variar la masa de uno de los reactivos indefectiblemente estará variando también el volumen total de la disolución. Esto permitirá al docente sugerir la necesidad de realizar la actividad 5, que permite variar las cantidades relativas de los reactivos sin modificar el volumen total de la disolución. La realización de estas actividades (4 y 5) debería resultar suficiente para corroborar la conclusión formulada a partir del desarrollo de la actividad 2. Sin embargo, es probable que los alumnos propongan otras situaciones distintas cuyos resultados deberán ser discutidos y evaluados con el docente. De cualquier forma, la búsqueda de distintas vías de resolución del problema posibilitará la contrastación de los resultados obtenidos.

La función del docente en esta etapa será la de orientar la actividad, estimular las consultas entre los alumnos, replantear las preguntas que se generen, sintetizar las propuestas, etcétera, antes de pasar a la



actividad 6, que consiste en la realización experimental de los ensayos (O'Brien, 1991).

Actividad 6

Permitirá que el alumno verifique si los diseños de los experimentos propuestos en las actividades 4 y 5 le sirven para determinar los coeficientes estequiométricos de la reacción estudiada, contrastando así las hipótesis planteadas en dichas actividades.

Actividades 7 a 10

Este grupo de actividades permite el análisis de los resultados obtenidos.

Las actividades 7 y 8 sirven para ordenar, evaluar y encontrar el significado de los datos obtenidos, así como para obtener las primeras conclusiones. El agregado de la actividad 9 permite cotejar los valores obtenidos experimentalmente con los valores teóricos que surgen a través del planteo de la ecuación química. Es una manera de confirmar cómo un problema planteado en forma experimental permite corroborar los fundamentos teóricos de la estequiometría.

Actividades 11 a 14

El desarrollo de estas actividades permiten insertar los resultados de este trabajo práctico experimental en una problemática más amplia y trabajar otros conceptos que complementan el tema de estequiometría: pureza de los reactivos y rendimiento de la reacción química, este último de mucha aplicación en los procesos industriales.

Actividad 15

El informe de todo lo elaborado permite una visión

del conjunto y una mejor comprensión de las actividades desarrolladas. Además capacita a los alumnos y los entrena para escribir y presentar las comunicaciones de sus futuros trabajos de investigación. Es de desear que los informes presentados por los alumnos den lugar a una puesta en común entre estudiantes y docentes donde se generen discusiones que permitan retroalimentar el proceso y lograr un aprendizaje más significativo.

Comentarios

El trabajo práctico según la forma tradicional se puede encuadrar en el estilo de enseñanza por exposición-recepción (instrucción del docente sin la construcción del alumno). El rol protagónico lo ejerce el docente, que ha preparado la guía en función del programa. Su objetivo es la transmisión de los contenidos en forma unidireccional hacia el alumno, independientemente de sus conocimientos previos. El estudiante recibe pasivamente las instrucciones y no se da lugar a cuestionamientos, predominando la información sobre la formación. Acepta y asimila lo que debe hacer sin obligación de descubrir relaciones independientes u otros caminos experimentales que no sean los expuestos en la guía de trabajos prácticos. De esta forma es difícil que los contenidos se integren a la estructura cognitiva del alumno, y si no los vuelve a estudiar los olvida fácilmente.

El trabajo práctico presenta un conjunto de etapas a seguir mecánicamente, sin permitir ni invención ni creatividad. No se promueve en el desarrollo de sus etapas ni la investigación ni la creación científicas, y además se encuentra poco relacionado o desarticulado con los procesos o transformaciones observables en el quehacer de la vida cotidiana.

La propuesta aquí presentada se acerca al estilo de enseñanza por exploración-descubrimiento. Los cambios cognitivos importantes ocurren cuando el alumno se encuentra frente al desafío de revelar sus concepciones previas y ponerlas a prueba en un medio en el que se generan ideas abiertamente, se las debate y prueba. El rol protagónico es el trabajo del alumno, que tiene que resolver situaciones problemáticas fundamentando lo que hace.

El estudiante descubre el contenido principal de lo que debe aprender, y el docente simplemente ayuda a establecer el problema y guía la búsqueda del alumno (Gil Pérez, 1991). De esta forma, los contenidos se relacionan a la estructura cognitiva en forma no arbitraria, son más estables y pueden apli-

carse creativamente a nuevas situaciones.

En esta propuesta se intenta subrayar la adquisición significativa de conocimientos así como la familiarización con la metodología científica. Pensamos que al poner a los alumnos en situación de aplicar esta metodología ya sea en cuanto al planteo de problemas precisos, emitir hipótesis, diseñar experimentos, analizar los resultados, elaborar el informe, etcétera, lograremos superar las fallas de las metodologías anteriores y podremos facilitar a los estudiantes los cambios conceptuales necesarios para la adquisición significativa de los conocimientos científicos.

Por otra parte esta propuesta, más abierta y creativa que la que surge de la guía de trabajos prácticos al estilo tradicional, permitirá lograr no sólo un cambio conceptual sino también mejorar las destrezas, habilidades y actitudes de los alumnos, o sea que el aprendizaje además de ser significativo podrá despertar un interés real y profundo por la ciencia. Si bien es muy probable que el tiempo de implementación de esta forma de trabajo sea muy superior a la anterior, creemos que la ocasional introducción de esta metodología permitirá a la larga obtener mejores resultados. ▀

Bibliografía

- Gil Pérez, D., "¿Qué hemos de saber y saber hacer los Profesores de Ciencias?", *Enseñanza de las Ciencias* **9** [1], 69-77, 1991.
- Gil, D., Carrascosa, J., Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J., *La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria*, I.C.E., Editorial Horson, Barcelona, 1991, p. 41-54.
- Gil Pérez, D., Navarro Faus, J. y González, E., "Las prácticas de laboratorio de física en la formación del profesorado. (II) Un análisis crítico", *Revista de Enseñanza de la Física* 33-47, Valencia, España, 1993.
- Gispert, Carrascosa, Gil Pérez *et al.*, "La construcción de las Ciencias Físico-Químicas", *Seminario de Física y Química*, Universidad de Valencia, 1990.
- O'Brien, T., "The Science and Art of Science Demonstrations", *Journal of Chemical Education* **68** [11], 933-936, 1991.

Nota: Este trabajo fue presentado en la Octava Reunión Nacional de Educadores en la Química, REQ VIII, Rosario (Argentina), octubre 1996.