

Resolución de problemas: Estequiometría y mapas conceptuales

*María Antonia Toro y Emilio Serrano**

Abstract (Solving problems: Stoichiometry and conceptual maps)

When teaching chemistry, particularly in basic university courses, teachers very often make use of the “problem solving” technique to apply theoretical contents previously developed. In most cases, solving problems requires that the students use mathematical algorithms in a mechanical way to get to the numerical result.

The methodological strategy for problem solving here proposed focuses on the teaching of stoichiometry, and its main objective is to help students to solve these problems in a satisfactory way by making or associating each statement with a conceptual map that serves as an organizer and orientating of the process obtaining a concrete numerical solution. This methodology has been chosen because the above-mentioned subject is the one that presents the major difficulties in terms of the concepts that it involves and the thinking abilities required from the students.

Los problemas en química

Una metodología muy usada en la enseñanza de la química a nivel universitario incluye la diferenciación entre lo teórico y lo práctico. En las clases teóricas, el docente a cargo, a través de clases magistrales, desarrolla los contenidos conceptuales de la asignatura, mientras que las clases de problemas están destinadas a enseñar las aplicación de esos conceptos teóricos. El aprendizaje de las aplicaciones la realizan los alumnos mediante el desarrollo o puesta en marcha de actividades enfocadas hacia la concreción de la solución de los problemas-ejercicios. Así, los docentes proponen problemas numéricos y enseñan a los alumnos a resolverlos, consti-

tuyendo lo más importante hacer que estos últimos desarrollen destrezas suficientes para llegar exitosamente a la solución numérica esperada.

La resolución de problemas cuantitativos es un aspecto desafiante de los cursos básicos tanto de química como de física, ya que los estudiantes, mal estimulados hacia la mera búsqueda de un resultado numérico, pierden la imagen de la situación química o física asociada con el problema (Cohen, 2000).

En los problemas-ejercicios usados para conceptualizar el tema “estequiometría”, efectivamente, se busca una solución numérica, pero no se puede pretender resolverlos aplicando un simple algoritmo, ni siguiendo siempre el mismo mecanismo de razonamiento. Para un mismo contenido temático, las rutas o caminos a seguir suelen ser muy diferentes, según como se presenta el enunciado. Es cierto que requieren el uso o aplicación de algún algoritmo matemático, pero la cuestión está en relacionar el enunciado con las bases conceptuales, para luego decidir cuál es el algoritmo más adecuado o más sencillo de aplicar, y en qué fase de la resolución debe usarse (García Vázquez, 1995). Es decir, no debe considerarse determinante el hecho de que el alumno encuentre la solución correcta: se busca que la cuantificación no sea un fin en sí mismo, sino un medio; la búsqueda debe enfocarse hacia el análisis del razonamiento seguido en el planteamiento y la interpretación del resultado cuantitativo obtenido.

Enseñanza y aprendizaje con mapas conceptuales

En todo curso de química básica es fundamental el tema: “Estequiometría”, y gran parte del fracaso de los alumnos que cursan las asignaturas correspondientes se puede atribuir a varios factores: a la carencia de la suficiente capacidad como para visualizar la estrecha relación entre los contenidos conceptuales y los procedimientos y estrategias requeridos para la resolución de los ejercicios relacionados al tema, a la falta de lectura global e interpretación del enunciado presentado, y al escaso dominio del aparato matemático.

*Facultad de Ciencias Exactas y Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia 5150, Salta (CP 4400), República Argentina.

Correo electrónico: toroma@ciunsa.unsa.edu.ar

Recibido: 23 de enero de 2002; aceptado: 28 de octubre de 2002.

Entonces, es fundamental contar con una herramienta que posibilite a los educandos tener suficiente entrenamiento como para construir su propio conocimiento en el terreno de resolución de problemas estequiométricos, jugando un papel muy importante el conjunto o cuerpo de conocimientos disponibles por los alumnos, ya que se requiere de aquél para analizar la situación expuesta (Gangoso, 1995).

Los conceptos relacionados con estequiometría y que se aplican en los problemas-ejercicios son:

- formulación de compuestos;
- ley de la conservación de la masa;
- balanceo de ecuaciones químicas;
- masas relativas, mol, volumen molar, y
- reactivo limitante, pureza y rendimiento.

Dado que el inconveniente más frecuente que se observa es que los alumnos no son capaces de aplicar estos conceptos ante la propuesta de un problema, se deduce que no se ha logrado un aprendizaje significativo pues en el momento de la resolución no han logrado recuperar la estructura conceptual asociada al problema.

Este inconveniente puede subsanarse si en la tarea diaria de la enseñanza se usa como herramienta metodológica el Mapa Conceptual (MC), ya que este

instrumento actúa como una estrategia idónea para lograr una representación concisa de la estructura conceptual, haciéndola explícita al representar las relaciones más significativas entre los conceptos en forma de proposiciones sencillas.

Un MC es una representación esquemática de un conjunto de significados conceptuales incluidos en una estructura de proposiciones, creado por Joseph Novak en 1998, quien lo presenta como una “estrategia” y como un “recurso esquemático”, destinado a ayudar en la organización de los materiales objeto de estudio por parte de los alumnos.

Bien elaborados, los MC proporcionan un resumen-esquema de lo aprendido, donde el conocimiento está organizado y representado en diferentes niveles de abstracción, tanto en lo general como en lo específico.

Al aplicarlos en la enseñanza de resolución de problemas de estequiometría, los MC son de gran relevancia pues:

- permiten realizar la conexión con las ideas previas de los alumnos;
- organizan los conceptos involucrados y posibilitan una visión de conjunto de los mismos;
- posibilitan el reconocimiento de etapas de resolución y operaciones a realizar en cada caso;
- proporcionan un resumen de los conceptos más relevantes y su relación con el enunciado del problema;
- permiten precisar y profundizar los significados referidos a los conceptos, y
- mejoran la significatividad lógica del problema, haciendo más probable el aprendizaje significativo (Díaz Barriga, 1999).

La propuesta no sólo está enfocada para el uso por parte del profesor, sino también para los alumnos en su aprendizaje.

En una primera fase del proceso, el docente explicitará el significado del MC y realizará la presentación del tema “Estequiometría”, construyendo un MC como el que se muestra en la figura 1, siempre acompañado de las explicaciones y ejemplificaciones apropiadas, siendo aconsejable ir armando el MC a medida que se desarrolla la exposición.

Al ir avanzando en la explicación y profundización del tema, el docente, muy hábilmente, irá presentando otros MC, donde se incluirán los otros conceptos como ser reactivo limitante, pureza y rendimiento.

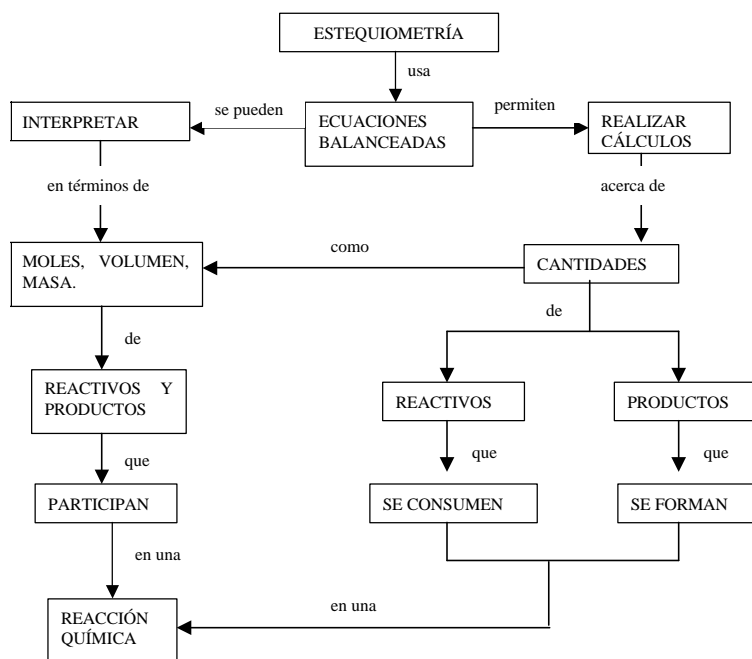


Figura 1.

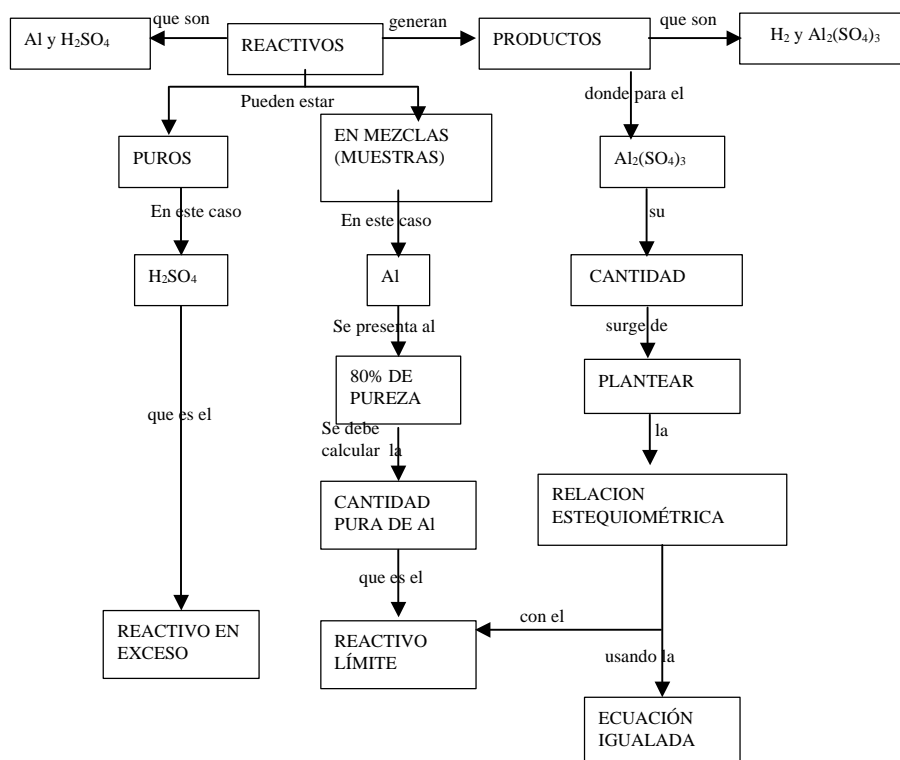


Figura 2.

En una segunda fase, ya específicamente al abordar el enunciado de un problema a resolver, el docente podrá exhibir mediante otro MC la relación con los conceptos teóricos ya vertidos y además podrá desmenuzar el enunciado del problema para establecer los pasos a seguir y las operaciones involucradas. Todo ello junto con explicaciones que deberán incluir la importancia en la interpretación del enunciado para poder escribir la ecuación balanceada, su comprensión en términos de cantidades (masa, moles o volumen) y la discriminación entre los datos e incógnitas.

Se presenta a continuación un ejemplo.

Problema a resolver: Se hacen reaccionar 100.0 g de aluminio al 80% de pureza con la cantidad suficiente de ácido sulfúrico, generándose sulfato de aluminio y gas hidrógeno. ¿Cuántos moles de sulfato de aluminio se generan?

La interpretación del problema mediante un MC podría ser la que se muestra en la figura 2, y las operaciones a realizar, que surgen de la misma estructura del MC, son:

1. identificación de los reactivos y los productos;
2. escritura de la ecuación balanceada;
3. cálculo de la cantidad pura de aluminio (concepto de pureza);

4. planteamiento de la relación estequiométrica entre el Al y el $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
5. cálculo de los moles de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

No se trata que los alumnos copien una elaboración que se les presenta, sino de aprovechar las posibilidades de esquematización y fluidez que se les ofrece a fin de tener una visión de conjunto y hacerles reparar en ideas básicas, al permitir la organización del proceso de resolución y orientar hacia la toma de decisiones de qué operaciones realizar (Gangoso, 1995).

Esta metodología propuesta se ensayó sobre un grupo de 40 alumnos de primer año de la carrera de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Salta (República Argentina); la asignatura es Química General y corresponde al primer año de estudios.

Los ejercicios propuestos para la aplicación de los MC involucraban relaciones de masas, volúmenes de gases en condiciones normales de presión y temperatura (1 atm y 273.15 K).

A título de ejemplo, se transcribe uno de los M.C extraído del grupo de alumnos, referido al siguiente enunciado de un problema, omitiéndose los cálculos realizados.

Problema: Se hace reaccionar 2 kg de mineral con un 80% de pureza en Sulfuro ferroso con suficiente

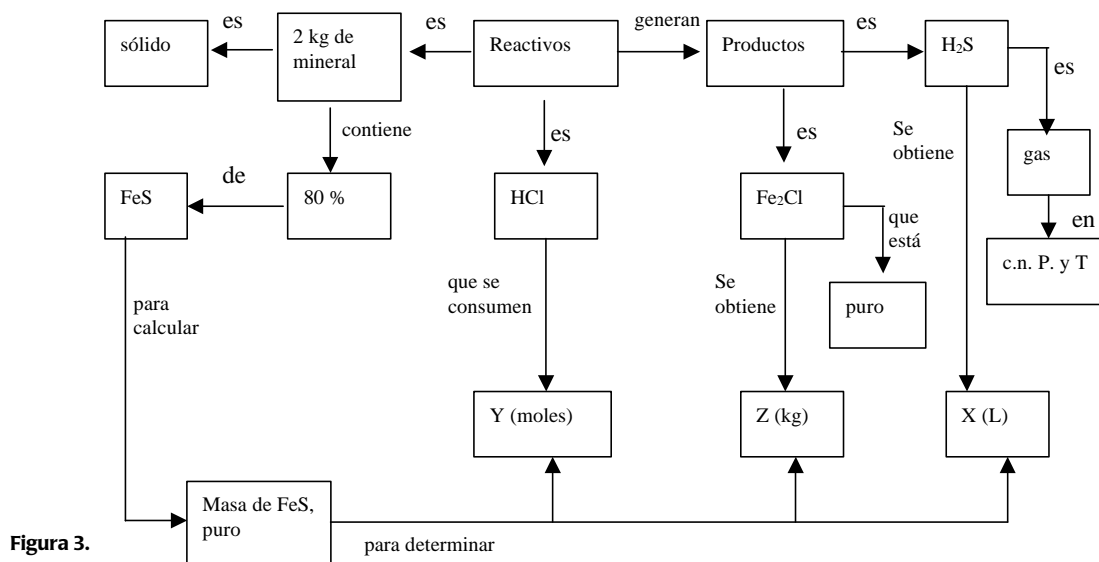


Figura 3.

cantidad de ácido clorhídrico. Averiguar: el volumen de sulfuro de hidrógeno gaseoso generado (medidos en condiciones normales de presión y temperatura), la masa de cloruro ferroso se obtenido y los moles de ácido clorhídrico requerido.

Aunque algunos alumnos trataron de copiar el MC presentado en la explicación previa, muchos desarrollaron relaciones propias como la anteriormente presentada.

Conclusión

Del ensayo realizado usando la estrategia propuesta para la resolución de problemas, surge el siguiente análisis:

- Aquellos alumnos que tenían claridad para efectuar las relaciones conceptuales requeridas por los enunciados de los problemas, elaboraron MC que les permitió resolver satisfactoriamente los ejercicios propuestos.
- Los que tenían confusiones en los conceptos, confeccionaron en muchos casos MC poco precisos e incurrieron posteriormente en errores en las resoluciones numéricas.
- Un número reducido de alumnos no aceptó la metodología, considerándola como una complicación más de la asignatura; hubo quienes, en este grupo, resolvieron en forma aceptable los ejercicios en forma convencional, sin la construcción de los MC

La elaboración de MC no asegura que los alumnos dominen el tema específico, pero brinda una herramienta poderosa para mejorar la capacidad de análisis de la situación planteada, trascendiendo a los

límites particulares de los enunciados de los ejercicios presentados.

Como conclusión, se pueden señalar las siguientes fortalezas del método:

- supone una elaboración propia, que exige un esfuerzo intelectual;
- favorece la organización de las ideas;
- tiene en cuenta los conocimientos teóricos necesarios a lo largo de todo el proceso;
- define la dirección de la resolución al quedar representados todos los pasos o etapas a seguir;
- permite realizar un análisis, ordenar y enlazar las distintas etapas de resolución;
- facilita la explicación de lo realizado, al mismo tiempo que se favorece el reconocimiento de posibles errores, y
- sirve de guía para la comprensión global del proceso. ■

Bibliografía

- Cárdenas, F.; Gélvez, C.; *Química y ambiente 1*, McGraw-Hill, 247-261, 1995.
- Cohen, J. *et al.*; Encouraging Meaningful Quantitative Problem Solving, *J. Chem. Educ.*, 77 [9], 1166-1173, 2000.
- Díaz Barriga, E.; Hernández Rojas, G.; *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, McGraw-Hill, 96-101, 1999.
- Gangoso, Z.; Moreira, M.; Mapas conceptuales en el modelo de resolución de problemas por investigación, *Memorias REF IX*, 228-234, 1995.
- García Vazquez, R.; Martínez, A.; Aprender y enseñar problemas de física y química, *Alambique, Didáctica de las ciencias experimentales: la resolución de problemas*, [5], 46-52, 1995.
- Oñorbe de Torre, A., Solo ante el problema, *Cuadernos de Pedagogía* [175], 12-15, 1996.