

MOSTRAR LA QUÍMICA COTIDIANA A LOS ESTUDIANTES DE SECUNDARIA

TORRA, IMMA y GRAU, M. DOLORS

Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals.
Universitat Politècnica de Catalunya.

Palabras clave: Exposición; Divulgación; Innovación, Química.

1. OBJETIVO

A partir de la experiencia realizada durante dos cursos por parte de profesores de Química, del Departament d'Enginyeria Minera i Recursos Naturals (DEMRN) de la Escola Universitària Politècnica de Manresa (EUPM) de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), se presentarán los resultados de dos actividades:

Exposición: “¿Dónde está la química?”

Taller: ¿Qué es la ingeniería química?”

dirigidas a estudiantes de secundaria (ESO y bachillerato) y ciclos formativos, con el objetivo de acercar a los estudiantes de este nivel al conocimiento y, más que nada, a la curiosidad por el mundo de la química.

2. CRITERIOS METODOLÓGICOS

Los alumnos de bachillerato de las especialidades científica y tecnológica, y los que están cursando algún ciclo formativo del ámbito científico son los mas interesados en la Química y en las ciencias en general. Sin embargo, cuando iniciamos esta experiencia, tuvimos mucho interés en contar con la presencia de los estudiantes de segundo ciclo de ESO, puesto que es aquí cuando empiezan a tener contacto con la Química y cuando van a decidir la especialidad de bachillerato que van a cursar o si van a cursar un ciclo formativo.

Durante la primera edición se organizó sólo la exposición, y en vista a los resultados obtenidos en las encuestas pasadas a los estudiantes, se planteó la necesidad de incorporar unos talleres que permitieran una mayor interactividad a los estudiantes y complementaran las actividades de la exposición.

Los temas que se tratan en la exposición se adaptan al nivel de formación de los estudiantes. Mientras que para los alumnos de ESO se destacan propiedades como la densidad, el estado físico, la resistencia, la transparencia,... para los alumnos de Bachillerato o de Ciclos formativos se abordan propiedades como la facilidad de oxidación, la posibilidad de disolución en agua,...

De la misma forma, los experimentos que se proponen en los talleres también se pueden adaptar. Los alumnos más principiantes realizan destilaciones y reacciones muy simples de forma cualitativa, los alumnos con más conocimientos científicos estudian reacciones de forma cuantitativa y realizan destilaciones más complejas.

3. EXPOSICIÓN: ¿DÓNDE ESTÁ LA QUÍMICA?

La exposición se ha estructurado en tres apartados diferenciados, de forma que los estudiantes realizan distintas actividades, algunas más pasivas y otras en las que puedan intervenir directamente.

3.1. Proyección del audiovisual: “La química y nosotros”

En este audiovisual se observa cómo la química se encuentra en todos aquellos materiales que manipulamos en la nuestra vida diaria (FeiQue,2001). Se trata de comprobar que desde que nos levantamos continuamente estamos utilizando productos en cuya elaboración ha intervenido la química. En definitiva el objetivo es que los estudiantes aprecien la importancia de la química en nuestras vidas (Duración 30 min.).

3.2. Visita a la exposición

En este punto se lleva a cabo la visita a la exposición propiamente dicha, distinguiendo, de nuevo, tres apartados diferenciados (Duración 30 min.).

3.2.1. Tabla periódica: de los elementos al producto acabado

A través de una Tabla Periódica gigante, en que cada elemento se presenta de forma visual, con el aspecto que tiene en la realidad (www.webelements.com), se profundiza en el conocimiento de 15 elementos concretos: K, Mg, Ca, Ba, Mn, Fe, Cu, Hg, Al, C, Si, Pb, S, F, Na, para cada uno de los cuales se indican distintas propiedades y características (Chang, 1999). Cada elemento se encuentra acompañado del mineral de la naturaleza del cual se obtiene, así como de distintos utensilios cotidianos de los que forma parte dicho elemento.



FIG. 1
Tabla periódica

3.2.2. ¿Dónde está la química?

Conjunto de 11 pósteres sobre distintos ámbitos en los que podemos encontrar la química, todos ellos imprescindibles para nuestra vida y subsistencia diaria: El aire que respiramos, El agua que bebemos, Los alimentos que comemos, Los medicamentos que tomamos, Los detergentes que utilizamos, Los campos que abonamos, La casa que habitamos, La ropa que vestimos, Los combustibles que consumimos, Los residuos que reciclamos, Los coches que conducimos. Los pósteres se acompañan de material relacionado con las distintas temáticas, que los estudiantes pueden manipular.



FIG. 2
Los residuos.



FIG. 3
Los medicamentos.

3.2.3. La planta química industrial

Este apartado cierra la exposición en el sentido de ver cómo se obtienen los distintos productos que se han introducido en los apartados anteriores. Esta función la realiza la Industria Química mediante “La Planta Química Industrial”. Aquí se presentan varias fotografías (en formato de póster) de los equipos que aparecen en una planta química (operaciones físicas y químicas), acompañadas de las explicaciones oportunas (Vian Ortuño, 1998).

3.3. Trabajos en Internet

Se trata de que los estudiantes respondan un cuestionario relacionado con la temática de la exposición, consultando diversas páginas Web que se les indican (Duración 30 min.).

4. TALLER: ¿QUÉ ES LA INGENIERÍA QUÍMICA?

Atendiendo a las sugerencias de profesores y estudiantes, en la segunda edición se introdujo otra actividad destinada a mostrar cómo trabaja la Química para producir los productos que usamos cotidianamente y sin los cuales nos resultaría muy difícil vivir con las prestaciones actuales (Coulson, Richardson 1979-1981). En realidad, se trata de la ampliación de uno de los apartados de la exposición, el dedicado a la Planta Química Industrial. Los talleres diseñados parten de las fotografías de dicho apartado, y pretenden mostrar a los estudiantes la escala de trabajo con plantas piloto y la escala de trabajo en el laboratorio que es la que ellos van a realizar aquí y utilizan, también, en sus centros escolares. La actividad se ha diseñado para ser realizada en dos horas.

En una primera parte se muestra el funcionamiento básico de las plantas piloto que usan nuestros estudiantes para realizar las prácticas de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial en la especialidad de Química Industrial. Las explicaciones se adaptan al nivel de los estudiantes ya que se puede trabajar con profundidad distinta según los estudiantes sean de ESO, de bachillerato, o de un ciclo formativo relacionado con la química. Los estudiantes pueden realizar algunas medidas en las plantas piloto, de forma controlada por el profesor, mientras conocen su funcionamiento.

Después, en una segunda parte, los estudiantes realizan actividades prácticas en grupos de dos, para constatar cómo se reproducen las mismas operaciones a escala de laboratorio. Las prácticas son sencillas y consisten básicamente en destilaciones y reacciones químicas, pero han sido seleccionadas para mostrarles que se pueden reproducir con facilidad los procesos que, a gran escala, realiza la industria química. Se han preparado prácticas distintas para adaptarlas al nivel de conocimiento de los alumnos del grupo.

Después de esta actividad, los alumnos tienen claras las tres escalas de trabajo: la industrial, la de las plantas piloto y la de laboratorio que es la que les resulta más familiar. A continuación vamos a describir las cinco plantas piloto y algunas de las actividades prácticas que se realizan.

4.1. Transporte de fluidos

El transporte de fluidos (agua, vapor de agua, combustibles,...), es una operación muy habitual en la industria química de tal forma que es casi imposible imaginar una instalación que no precise transportar ningún fluido. Además, los estudiantes tienen el ejemplo de las instalaciones de agua y combustibles habituales en sus domicilios.

Utilizando como fluido el agua, se trabaja con un panel que contiene tuberías construidas con materiales distintos, así como diferentes tipos de manómetros.

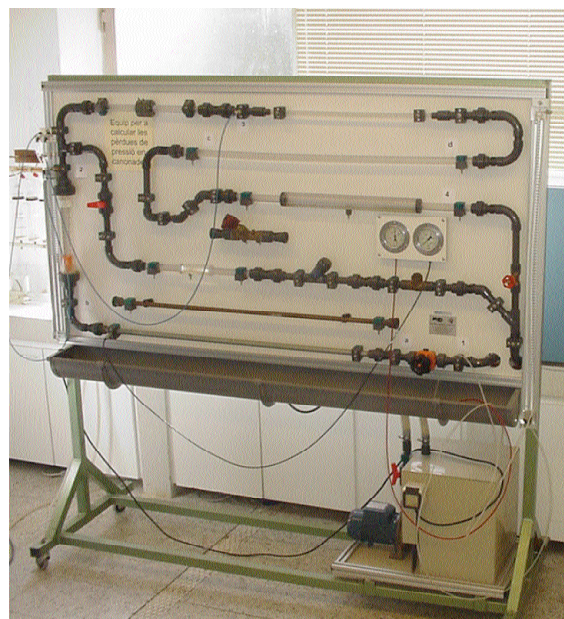


FIG. 4
Panel de transporte de fluidos.

4.2. Intercambiador de calor

Puesto que la energía representa uno de los costes de operación más importantes, y que las reacciones químicas transcurren generalmente con absorción o desprendimiento de grandes cantidades de calor, los inter-

cambiadores de calor y sus accesorios representan una fracción considerable del equipo de una planta química.

El panel disponible presenta un circuito formado por agua caliente y otro formado por agua fría, con distintos termómetros ubicados a lo largo del recorrido, permitiendo a los estudiantes comprobar los cambios de temperatura que se producen y relacionarlos con el flujo de fluido que circula por el sistema.

4.3. Maqueta de control

Este panel nos muestra cómo se controla una magnitud en un sistema. La magnitud escogida es el nivel de llenado de un depósito y se puede trabajar con distintas condiciones de rigurosidad. Aquí también los alumnos pueden intervenir fijando el nivel deseado para el depósito y el margen de error que se permite para la medida.

La regulación de las variables se hace de forma semiautomática aunque se muestra a los estudiantes que se podría realizar el mismo proceso de forma totalmente automática mediante un ordenador.

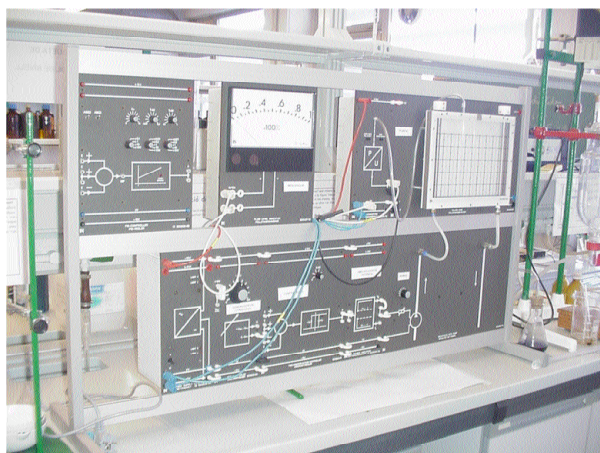


FIG. 5
Panel de control de nivel.

4.4. Reactor químico

Se dispone de un reactor que funciona en régimen semicontínuo, con camisa exterior para poder controlar la temperatura de trabajo, aunque en la experiencia se trabaja a temperatura ambiente. El tanque dispone de agitación y permite la introducción de sondas para controlar el avance de la reacción (control de pH, de temperatura,...).

La reacción que se realiza en este experimento es ácido-base y se sigue su avance mediante una sonda de pH conectada a un ordenador, que registra los sucesivos valores de pH a distintos tiempos de avance de la reacción.

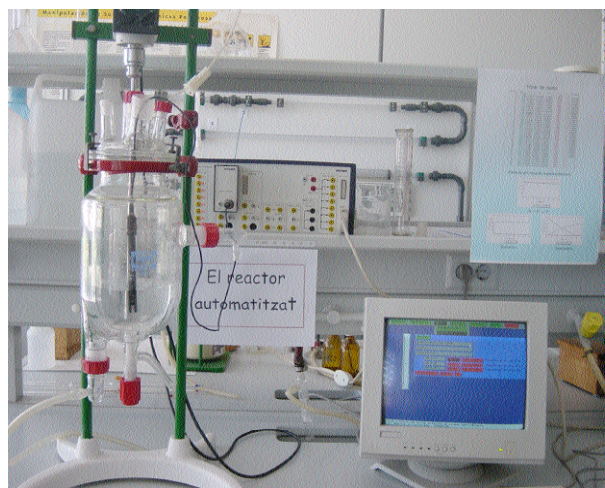


FIG. 6
Planta piloto del reactor.

Los alumnos realizan a continuación distintas prácticas sobre reacciones químicas la mayoría de ellas con implicación de la acidez.

4.5. Destilación

La planta piloto disponible permite mostrar una destilación de una mezcla mediante una columna de relleno para separar los componentes de una mezcla. El sistema contiene dos refrigerantes de tipos distintos lo que les muestra una clara aplicación de intercambiadores de calor. El funcionamiento de la planta permite introducir los conceptos de separación, rectificación, destilado, residuo,...

A modo de ejemplo, los alumnos realizan tres prácticas sobre destilación con dificultad creciente tanto a lo que se refiere al material utilizado como a la complejidad del montaje. Un primer experimento consiste en separar los componentes de una tinta con la ayuda de material de laboratorio muy sencillo pero que

muestra con claridad la separación de sustancias ya que tienen colores claramente diferenciados. La segunda actividad consiste en la destilación seca de la madera donde se pone de manifiesto la posibilidad de extracción de componentes líquidos y gaseosos de un material sólido como es la madera. Finalmente, se realiza una destilación con reflujo y manta calefactora de una mezcla de isopropanol y agua.

5. VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA

Puesto que podemos considerar la experiencia constituida por dos apartados totalmente diferenciados, vamos a plantear por separado sus características i los resultados obtenidos en la valoración realizada por los alumnos.

5.1. Valoración de la Exposición

A lo largo del pasado curso visitaron la exposición 681 alumnos, y a 510 de ellos (145 de los cuales efectuaron también, los talleres experimentales) se les realizó una encuesta para valorar el grado de aceptación de la propuesta, donde la pregunta clave era si consideraban que la visita había valido la pena, y los resultados han sido:

- Para los estudiantes que sólo han realizado la actividad de la exposición: un 48,3% responde Muy Bien, y un 49,6% responde Bien (Figura 7).
- Para los 145 alumnos que a lo largo de su visita a nuestra escuela además de la exposición, han participado en los talleres: un 41,4% contesta Muy Bien, y un 57,9% contesta Bien (Figura 8).



FIG. 7
Respuestas de los alumnos que sólo han visitado la exposición.

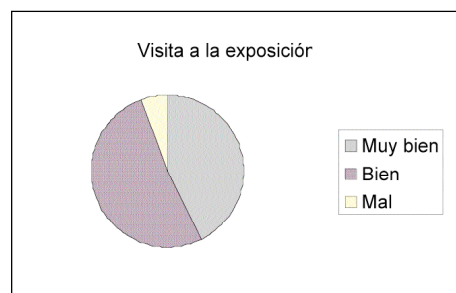


FIG. 8
Respuestas de los alumnos que han visitado la exposición y han realizado además los talleres.

En la Tabla 1 se puede ver un análisis más detallado, con las respuestas a todas las preguntas sobre la exposición, para los alumnos que han realizado ambas actividades.

TABLA 1
Resultados de las encuestas sobre la exposición

| | MUY BIEN | BIEN | MAL |
|--------------------------------|----------|------|-----|
| ¿Dónde está la química? | | | |
| Audiovisual | 39 | 105 | 1 |
| Visita a la exposición | 62 | 75 | 8 |
| Trabajos en internet | 40 | 98 | 7 |
| ¿La visita ha valido la pena? | 60 | 84 | 1 |

Un análisis más detallado de estos resultados nos muestra que, cuando los alumnos realizan las dos actividades de forma consecutiva, les resulta menos atractiva la visita a la exposición puesto que aumenta el porcentaje de alumnos que dan una valoración de Bien y disminuye el de alumnos que dan una valoración de Muy Bien. Debe destacarse, sin embargo, que el conjunto de las dos respuestas da, aproximadamente, los mismos resultados.

5.2. Valoración de los talleres

En este caso los estudiantes que nos han visitado para realizar los talleres son 277 de los cuales 145 realizaron también la visita a la exposición (tal como se ha indicado ya, en el apartado anterior). Una vez más, destacamos la pregunta global sobre si la actividad ha valido la pena, los resultados son:

- Para los 132 alumnos que sólo realizaron la actividad de los talleres: un 50,7% responde Muy Bien, y un 47,7% responde Bien (Figura 9).
- Para los 145 alumnos que además de los talleres realizaron también la visita a la exposición: un 58,6 % responde Muy Bien, y un 39,3% Bien (Figura 10).

Podemos observar que el porcentaje de alumnos que responden Bien o Muy Bien, no se modifica sustancialmente en los dos grupos estudiados, sin embargo muestran una valoración mejor los alumnos que además de los talleres han realizado la visita a la exposición. Quizás podamos interpretar estos resultados pensando que, los alumnos que realizan las dos actividades, agradecen mucho más poder realizar experimentos ya que así les resulta más atractiva una sesión, ya de por si, densa.



FIG. 9
Respuestas de los alumnos que sólo han realizado los talleres.



FIG. 10
Respuestas de los alumnos que han realizado los talleres, además de la visita a la exposición.

En la Tabla 2 se puede ver un análisis más detallado, con las respuestas a todas las preguntas sobre los talleres, para los alumnos que han realizado ambas actividades.

TABLA 2
Resultados de las encuestas sobre los talleres

| | MUY BIÉN | BIÉN | MAL |
|---------------------------------|----------|------|-----|
| ¿Qué es la ingeniería química?) | | | |
| Explicación ingeniería química | 50 | 82 | 13 |
| Experimentos de laboratorio | 113 | 29 | 3 |
| ¿La visita ha valido la pena? | 85 | 57 | 3 |

Esta interpretación quedaría corroborada cuando analizamos las respuestas a la pregunta sobre cómo valoran los experimentos de laboratorio (de forma separada a la parte de explicación que el profesor realiza sobre las plantas piloto). También aquí seguimos analizando los mismos grupos:

- Para los alumnos que sólo han participado en los talleres: un 66,7% responden Muy Bien, y un 31,1% Bien (figura 11).
- Para los alumnos que han participado en los talleres además de visitar la exposición: un 77,9% responden Muy Bien, y un 20,0% Bien (Figura 12).

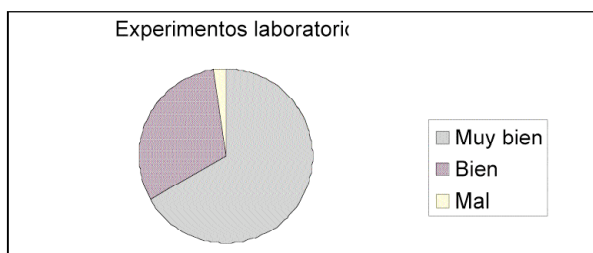


FIG. 11

Respuestas de los alumnos que sólo han realizado los talleres.

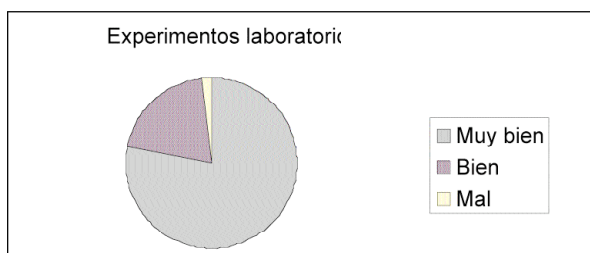


FIG. 12

Respuestas de los alumnos que han realizado los talleres, además de la visita a la exposición.

También aquí vemos que la cantidad de alumnos que responden con un Bien o un Muy Bien es muy elevada. Este dato resulta muy positivo para nosotros puesto que nos indica que todo el esfuerzo realizado en el diseño y montaje de esta actividad, ha sido valorado de forma muy positiva por los estudiantes.

6. CONCLUSIONES

La experiencia ha sido muy positiva en todos los aspectos: por parte del profesorado de secundaria ha tenido una muy buena acogida, puesto que no se tiene conocimiento de otras actividades de este tipo para estudiantes de este nivel, y por parte de los alumnos, las encuestas demuestran un buen grado de satisfacción. Sin embargo hay que tener en cuenta el elevado esfuerzo que ha representado para el profesorado de la universidad la elaboración del material, pero sobre todo la realización de las sesiones con distintos grupos (de 15 alumnos como máximo), que requieren una gran dedicación.

Respecto a los resultados de las encuestas, se comprueba que en el caso de realizar las dos actividades consecutivamente, a los estudiantes de 3º y 4º de ESO, les resulta demasiado denso, y sería preferible que realizaran las dos actividades en días distintos.

REFERENCIAS

- FeiQue (2001). *La química y nosotros*. Madrid. www.webelements.com
- CHANG, R. (1999). *Química*. New York: McGraw-Hill.
- COULSON, J. M.; RICHARDSON, J. F. (1979-1981). *Ingeniería Química*. Barcelona: Reverté.
- VIAN ORTUÑO, A. (1998). *Introducción a la Química Industrial*. Madrid: Alhambra.