

## Una iniciativa para acercar la química experimental a los estudiantes de bachillerato

**Resumen:** En el año 2002, un grupo de profesores de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona puso en marcha una nueva actividad docente, destinada a los estudiantes de secundaria, que se denominó "Fem Química al Laboratori", con el objetivo de acercarlos a la universidad, y despertar su interés por el mundo de la química. En este artículo se describe esta actividad y se presentan los resultados obtenidos. La participación a lo largo de estos cinco años ha sido importante, ya que han asistido más de 4.500 estudiantes de 104 centros distintos.

### Introducción

En estos últimos años las ciencias experimentales han perdido importancia a nivel educativo y social. Esto queda reflejado en el bachillerato, tanto en sus contenidos como en el número de horas y el grado de obligatoriedad de las asignaturas de ciencias. A pesar de que la formación de un estudiante de bachillerato ha de cubrir diferentes facetas, el tiempo que se dedica a asignaturas de ciencias en las distintas modalidades de bachillerato es claramente insuficiente. Un estudiante de bachillerato de Tecnología o de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, dedica menos del 50% de su tiempo a las asignaturas de ciencias y, si estudia la modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales, no cursa ninguna asignatura de este tipo. Esta problemática ya fue denunciada por profesorado de bachillerato en una carta dirigida al Ministerio de Educación<sup>[1]</sup> y en esta misma línea se manifestaron la mayoría de los profesores que asistieron al "XIII Debat de Química" en el "Institut d'Estudis Catalans". Algunas de las conclusiones de este debate fueron las siguientes: i) los alumnos reciben poca formación en ciencias, ii) no hay presencia de las ciencias en el currículum común del bachillerato y iii) faltan horas para realizar trabajos prácticos y experimentos de laboratorio.<sup>[2-3]</sup>

Además de estos problemas, comunes a todas las ciencias experimentales, la Química tiene otro adicional: hay una corriente de opinión que considera que todo lo que est  relacionado con la Industria Química y por extensión con la Química, es peligroso, contaminante, perturbador de los alimentos y muy negativo para el medio ambiente. En este contexto, muy a menudo incluso se utiliza la palabra química como sinónimo de antinatural y tóxico,<sup>[4]</sup> olvidando que algunas de las sustancias más tóxicas que se conocen, como las toxinas del tétanos y botulismo, tienen un origen natural. Un artículo de Claudi Mans en referencia a este tema, muestra que una sustancia como el ácido sulfúrico puede ser considerada tan natural como el jamón, y aporta algunas ideas interesantes, en este sentido, que se pueden comentar con los estudiantes.<sup>[5]</sup>

En este contexto nace "Fem Química al Laboratori" (Haciendo Química en el Laboratorio), una actividad docente organizada por un grupo de profesores de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona, con el objetivo de



Francesc C. Centellas, Montserrat Corbella\*, Gemma Fonrodona



Carme González, Jaume R. Granell, Ernesto Nicolas

potenciar en los estudiantes de bachillerato el interés por la Ciencia en general y por el mundo de la Química en particular. Con "Fem Química al Laboratori" se pretende contribuir a la formación del estudiante en el trabajo de laboratorio, poniendo a su alcance los recursos de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona. Por otro lado, se aprovecha esta actividad para mostrarles diversos aspectos de la Química y sus repercusiones positivas en la vida cotidiana. En la Figura 1 se puede ver el *logo* de estas jornadas.

"Fem Química al Laboratori" es una actividad que est  pensada para los estudiantes de los bachilleratos Tecnológico y de Ciencias de la Naturaleza y de la Salud, que cursen la asignatura de Química, con el objetivo de que conozcan como se trabaja actualmente en un laboratorio univer-

sitario de Química. Los alumnos inscritos a esta actividad, acompañados por sus profesores de bachillerato, visitan la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona, y en sesiones de 4 horas de duración, por la mañana o por la tarde, conocen los Laboratorios Básicos de Química, donde realizaran personalmente diversas experiencias de laboratorio.

De forma paralela, esta actividad ha abierto una nueva vía de contacto y comunicación entre los profesores de universidad y los de secundaria, favoreciendo el diálogo y el intercambio de puntos de vista, sobre las respectivas tareas y necesidades.

### Descripción de la actividad

#### Inicio del proceso: la inscripción por internet

El Vicerrectorado de Estudiantes de la Universitat de Barcelona ha creado una aplicación informática que permite realizar la inscripción de los estudiantes por internet. En la página web<sup>[6]</sup> se publica el calendario de los sesiones y el profesor de cada centro de secundaria puede seleccionar el día y el horario (de mañana o de tarde) que más le conviene. Las

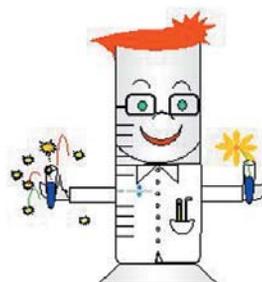


Figura 1. Logo de las jornadas "Fem Química al Laboratori"

Facultat de Química, Universitat de Barcelona,  
Martí y Franqu s 1-11, 08028 Barcelona  
C-e: [montse.corbella@ub.edu](mailto:montse.corbella@ub.edu)

prácticas han sido diseñadas para que puedan ser realizadas tanto por alumnos de primero como de segundo de bachillerato.

### La actividad

Se recibe a los profesores y estudiantes en la entrada de la Facultad, se les da la bienvenida y a continuación, distribuidos en grupos de unos diez alumnos, se les invita a pasar a los Laboratorios Básicos de Química. Allí se les dará el libro donde se recoge toda la información que necesitarán a lo largo de la jornada (incluyendo la guía de las prácticas a realizar), una bata de laboratorio, unas gafas de seguridad y un lápiz (Figura 2). A continuación, se reúne el grupo y se presentan los objetivos de la jornada, los contenidos de la misma y el procedimiento de trabajo.

Antes de que los estudiantes empiecen a realizar personalmente los experimentos propuestos, se les explica como es un laboratorio de química y las normas elementales de seguridad que se han de tener en cuenta al trabajar en él. También se indica como se han de tratar y donde se han de depositar los residuos que se generarán en el transcurso del trabajo experimental. Después de esta introducción, los estudiantes, tutelados por un profesor de la Facultad, pasan a realizar personalmente las diferentes prácticas.



Figura 2. Equipo que se suministra a estudiantes y profesores para trabajar en el laboratorio

A media sesión, se hace un descanso de unos treinta minutos en el que los estudiantes aprovechan para pasear por algunas dependencias y servicios generales de la Facultad, y los profesores lo utilizan para intercambiar opiniones y experiencias. Finalizada la jornada, antes de despedirse, se les pide que respondan a una breve encuesta en la que valoraran el interés que les ha despertado cada práctica realizada y el conjunto de la jornada.

### Prácticas a realizar

Hay muchas experiencias de laboratorio pensadas para estudiantes de secundaria.<sup>[7]</sup> No obstante, los experimentos propuestos en "Fem Química al Laboratori" se han diseñado según los siguientes criterios:

- Que los puedan realizar los propios estudiantes.
- Que se realicen en un tiempo relativamente corto (máximo 30 minutos).
- Que no sean potencialmente peligrosos.
- Que puedan relacionar los productos químicos utilizados con productos o aplicaciones de uso cotidiano.

En cada edición de "Fem Química al Laboratori" se incorpora una nueva práctica, (Práctica del año) que se les entrega en forma de publicación adicional. Esta iniciativa surgió, pensando especialmente en los profesores de bachillerato, con el

objetivo de que año tras año encontraran nuevas experiencias, lo más vistosas posible, que pudieran ser de utilidad en su tarea docente.

Por ello, tras cinco años de experiencia disponemos de una considerable variedad de prácticas que nos permite mayor flexibilidad en la selección de cuales se van a realizar cada año y en cada sesión. Las prácticas que hacemos en "Fem Química al Laboratori" son las siguientes:

**Haciendo reacciones a pequeña escala.** Consiste en un conjunto de experimentos que se realizan en tubo de ensayo, con la finalidad de potenciar la capacidad de observación del estudiante y destacar la relación existente entre una reacción química y un fenómeno perceptible como la aparición o desaparición de un color, la aparición y aspecto de una fase sólida, etc.

En la Figura 3 se puede ver algunos de los estudiantes realizando las reacciones a pequeña escala.



Figura 3. Haciendo reacciones a pequeña escala

**Agua dura, agua blanda.** Se explica al estudiante el concepto de la dureza del agua y de la influencia que tiene en la vida cotidiana: aparición de depósitos de carbonato de calcio, al hervir agua o en las lavadoras, así como la disminución del poder espumante de un detergente. (Figura 4) El estudiante determina la dureza del agua de red de la ciudad de Barcelona y del agua de una fuente de montaña, mediante la valoración de los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . La experiencia permite la adquisición de habilidades en la manipulación del material que se utiliza en volumetrías sencillas.



Figura 4. Acción de la dureza del agua en el efecto espumante de un jabón.

**El rincón del frío.** Se experimenta con tres sustancias (hielo, nieve carbónica y nitrógeno líquido) que pueden ser utilizadas para enfriar, tanto en el laboratorio como fuera de él. Se pueden observar los cambios de fase de los sistemas (sólido-líquido, sólido-gas, líquido-gas) y los efectos de las bajas temperaturas sobre las propiedades de algunos materiales (Figura 5).

**El detective químico.** Esta experiencia pretende que el estudiante identifique ocho productos de uso cotidiano (disolu-

## Una iniciativa para acercar la química experimental a los estudiantes de bachillerato.



Figura 5. Presentación del nitrógeno líquido y de la nieve carbónica, en el rincón del frío.

ciones acuosas) a partir de la medida de algunas propiedades que los caracterizan, como la conductividad eléctrica, el pH, la fluorescencia o el color.

**Identificación de analgésicos.** Se recuerda la utilidad de los analgésicos y su papel como principios activos en los productos farmacéuticos. Se introduce a los alumnos en los fundamentos de las técnicas cromatográficas y se les propone que identifiquen los principios activos presentes en algunos medicamentos analgésicos de uso habitual, mediante la cromatografía en capa fina. (Figura 6)



Figura 6. Identificación de analgésicos: soluciones patrón y muestras a caracterizar por cromatografía de capa fina.

**Destila que destilarás.** Utilizando un destilador simple y un destilador con columna de rectificación el alumno comprueba la idoneidad de cada sistema cuando se quiere separar los componentes de algunas disoluciones. Mediante ensayos sencillos, el alumno puede visualizar y evaluar la eficacia de ambos tipos de separaciones.

**¡Ponte las pilas!** El objetivo de esta práctica es que los estudiantes sean conscientes de que en una pila hay un proceso redox y que puedan identificar fácilmente las reacciones que tienen lugar. Para ello se guía a los estudiantes en la construcción de dos pilas con materiales de uso cotidiano. Los estudiantes determinarán la intensidad de corriente que proporciona cada pila y el voltaje de la misma, y tendrán que razonar el efecto de la superficie de los electrodos en estos resultados. También comprobarán los efectos de conectar diversas pilas en serie o en paralelo (Figura 7).

**Caída libre en medio viscoso.** Se muestran a los alumnos diversos fluidos de viscosidades muy distintas y se les explica la importancia de esta propiedad desde el punto de vista técnico e industrial. Los alumnos determinan a partir de la ley de Stokes, la viscosidad de dos fluidos bastante habituales en la vida cotidiana y que manifiestan un comportamiento bien



Figura 7. Se puede poner en marcha un despertador si se conectan en serie cuatro de las pilas construidas

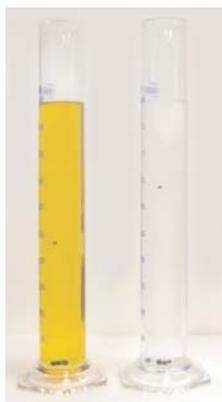


Figura 8. Sistema utilizado para determinar la viscosidad de un fluido, a partir del tiempo que tarda una esfera de un material y diámetro conocido, en recorrer una distancia conocida.

diferenciado: la glicerina, con una viscosidad muy elevada, y el aceite de oliva, con una viscosidad moderada (Figura 8).

**Materiales sintéticos.** Esta ha sido la Práctica del año en el 2006. Consta de dos partes: por un lado la obtención de un polímero orgánico, lineal o ramificado, mediante una reacción de síntesis orgánica sencilla y por otro lado, el fenómeno de la tinción de materiales. Se comenta a los alumnos los tipos de enlaces que pueden establecerse entre un colorante y el soporte a teñir, y a continuación se procede a la tinción de un tejido multifibra, con dos tipos de colorantes con el objetivo de ver el efecto de cada uno de ellos sobre los distintos tipos de fibras. (Figura 9)



Figura 9. Tejido multifibra tratado con el colorante índigo.

## Conclusiones

A lo largo de los últimos cinco años, "Fem Química al Laboratori" se ha venido realizando en la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona de forma ininterrumpida durante los meses de enero y febrero, aprovechando el periodo de exámenes y matrícula, fechas en las cuales no hay clases en la Facultad. La respuesta, tanto por parte de los centros de secundaria (Figura 10) como por el número de alumnos inscritos ha sido muy positiva (Figura 11). En el año 2006, han participado 70 centros de bachillerato, con un total de 1.400 estudiantes.

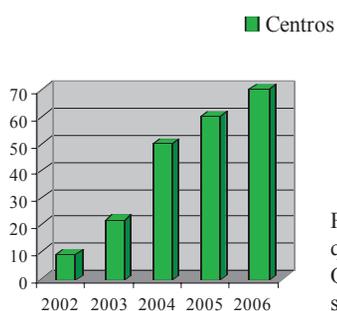


Figura 10. Número de centros que han participado en "Fem Química al Laboratori", desde su inicio el año 2002.

Para preservar el mismo espíritu y criterios de calidad con que se inició "Fem Química al Laboratori", se ha ido ampliando el grupo de profesores que participan en el desarrollo de estas jornadas, en función del aumento en el número de estudiantes inscritos.<sup>[8]</sup>

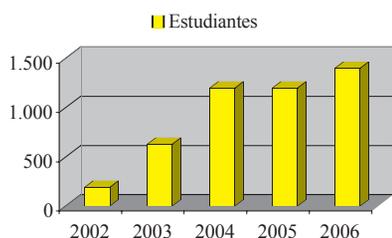


Figura 11. Número de estudiantes que han participado en las jornadas.

En las encuestas, los alumnos han valorado siempre muy positivamente esta actividad y todos los experimentos de laboratorio que se les proponen. Las mejores calificaciones corresponden a aquellas experiencias en las que la participación del alumno es mayor o en las que los resultados obtenidos son más vistosos o inesperados (Figura 12).

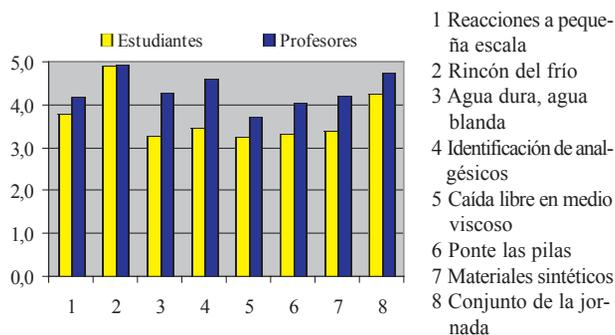


Figura 12. Resultado de las encuestas del año 2006.

Tanto los alumnos como los profesores de bachillerato han dejado constancia de la utilidad de esta actividad; lo ven como una colaboración muy positiva en la formación de los estudiantes, destacando que permite al alumno trabajar personalmente los aspectos prácticos de una ciencia experimental con unos recursos que no siempre est n a su alcance en los centros escolares.

También se valora mucho el hecho de que estas jornadas abren una nueva vía de contacto entre los profesores de secundaria y los de universidad, que puede ser el punto de partida de nuevas iniciativas que faciliten el tránsito bachillerato-universidad.

Por nuestra parte, tanto los que hemos organizado esta actividad como los profesores que participan en ella, "Fem Química al Laboratori" ha sido una experiencia provechosa y muy interesante. De hecho, los resultados han sido tan satisfactorios que constituyen el más poderoso incentivo para intentar mejorar año tras año.

## Agradecimientos

"Fem Química al Laboratori" no habría sido posible sin el entusiasta apoyo recibido, ya desde el inicio, por parte de la Facultat de Química, el Vicerectorat d'Estudians, y el "Servei d'Informaci  i Atenció a l'Estudiant" de la Universitat de Barcelona (actualmente " rea de M rqueting, Societat i Empresa").

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos aquellos compañeros de Facultat, que no podríamos enumerar sin correr el riesgo de olvidarnos a alguno, que con sus comentarios y sugerencias han contribuido a que "Fem Química al Laboratori" haya cumplido con los objetivos fijados desde su inicio.

Finalmente, queremos también expresar nuestro más sentido agradecimiento a los miembros de la Unitat de Qualitat, Medi Ambient, Seguretat y Salut Laboral (UQMAS) de la Facultat de Química y a los técnicos de laboratorio y personal de servicios que con su dedicación han colaborado, desde detr s del escenario y de una forma definitiva, en el éxito de esta actividad.

## Referencias

- [1] Carta al Ministro de Educación y Cultura, *An. Quím.* **1999**, 95(2), 43–44.
- [2] J. Guitart, *Revista de la Societat Catalana de Química*, **2003**, 4, 66–68.
- [3] A. Caama o, *Revista de la Societat Catalana de Química* **2001**, 2, 63–72.
- [4] L. Mammino, *An. Quím.* **2001**, 97(2), 48–52.
- [5] C. Mans, *Noticies per a Químics*, **2004**, 418, 10–19.
- [6] P gina web de "Fem Química al Laboratori": <http://www.ub.es/csecundaria/fql>
- [7] a) *Chemical demonstrations*, editado por B. Z. Shakhshiri, The University of Wisconsin Press, Wisconsin, **1983**. b) R. Silberman, C. Trautmann, S. Merkel, *J. Chem. Educ.* **2004**, 81, 51–53. c) M. T. Martín-Sánchez, M. Martín-Sánchez *An. Quím.* **2002**, 98(4), 36–39. d) F. I. de Prada Pérez, J. A. Martínez Pons, *An. Quím.* **2002**, 98(1), 39–45. e) M. T. Martín-Sánchez, M. Martín-Sánchez, *An. Quím.* **2002**, 98(3), 40–41.
- [8] Los profesores de la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona que participan en estas jornadas son: Josep Joan Centelles Serra, Santiago Imperial R denas (Departament de Bioquímica), María Esther Chamarro Aguilera, Carme González Az n, Elizabet Rud  Payr , M  Carmen Sans Mazón (Departament d'Enginyeria Química), Montserrat Cruells Cadevall, Nuria Llorca Isern, Joan Vi nals Olia (Departament de Ciència dels Materials i Enginyeria Metal l rgica), José Luis Beltrán Abadía, Gemma Fonrodona Baldajos, Jacinto Guiteras Rodríguez, Santiago Hernández Cassou (Departament de Química An litica), Pere Cabot Juli , Francesc A. Centellas Masuet, María Sarret Pons, M  Carmen Sousa Romero (Departament de Química Física), Amparo Caubet Marin, Montserrat Corbella Corderm , Jaume R. Granell Sanvicente, Lourdes Mestres Vila (Departament de Química Inorg nica), Jaume Farr s Soler, Jordi García G mez, Ernesto Nicol s Galindo, Jordi Robles Brau (Departament de Química Org nica).