

Capítulo 10

Una Sesión de Pósters sobre la Química en la vida cotidiana

Juan José Iruin

Departamento de Ciencia y Tecnología de Polímeros. UPV/EHU

INTRODUCCIÓN

La realización de trabajos de corte esencialmente bibliográfico es una actividad docente bastante extendida en las Facultades de Ciencias. Generalmente se propone al estudiante un tema relacionado con la asignatura, sobre el que tiene que buscar información en los fondos bibliográficos de su Universidad o a través de internet para, posteriormente, defenderlo de forma oral ante una audiencia generalmente constituida por sus propios compañeros y el Profesor encargado de la asignatura. La creciente disponibilidad de información en la red introduce muchos peligros en esta actividad, en tanto que un estudiante hábil en estos recursos puede encontrar suficiente información para componer el citado trabajo aunque, en muchos casos, sin analizar críticamente esa información ni profundizar excesivamente sobre el contenido final del trabajo. Por otro lado, si el número de estudiantes es importante, la sesión de presentación puede convertirse en algo tedioso, difícil de manejar en términos de participación y que, además, consume una importante cantidad de tiempo, un bien muypreciado en los actuales planes de estudios.

Básicamente por estas razones, en este trabajo se expone una experiencia en la que esa actividad docente se ha reemplazado por una variante que implica la resolución de un problema ligado a la vida cotidiana, llevada a cabo en el contexto de la metodología de Aprendizaje basado en la Resolución de Problemas (PBL). En dicha metodología, la enseñanza descansa fundamentalmente en la reflexión colectiva de los estudiantes mientras que el instructor se limita a tutorizar esa reflexión y, cuando es necesario, a plantear cuestiones que dirijan a los estudiantes hacia la

resolución del problema planteado. El problema a resolver puede presentarse a los estudiantes de una forma esencialmente genérica pero el objetivo final de aprendizaje está claramente establecido. La metodología PBL ha recibido mucha atención en el ámbito de los estudios ligados a las Ciencias de la Salud (Fyrenius y Wirrel 2007), aunque más recientemente se ha venido también implantando en el resto de disciplinas como la Física (Carnicer et al 2012), la Química (Oliver-Hoyo et al 2009) o la Ingeniería (Garmendia et al 2009).

El diseño de la actividad implica, por tanto, el planteamiento a los estudiantes de una serie de problemas ligados a la presencia de la Química en la vida cotidiana. Se trata de problemas que, en su etapa final, tienen que resolverse numéricamente pero que, para llegar a esa resolución, se necesita reflexionar en Grupo sobre el problema planteado, seleccionar las variables adecuadas para su tratamiento, buscar y asimilar críticamente la información y los datos necesarios para la resolución, establecer la veracidad de las hipótesis asumidas y, finalmente, presentar los resultados en un sesión de Pósters, a la manera de las que se dan en la vida profesional de químicos e ingenieros químicos. Se trata, en definitiva y como veremos más adelante, de trabajar las diversas Competencias incluidas en el Curriculum.

LA ACTIVIDAD EN EL CONTEXTO DE SU ASIGNATURA

Química General II es una asignatura obligatoria del Grado en Química que imparte la UPV/EHU tanto en la Facultad de Ciencia y Tecnología de Leioa como en la Facultad de Química de Donostia/San Sebastián. Se trata de una asignatura cuatrimestral, de corte teórico, que forma un bloque con la Química General I del primer cuatrimestre y con dos asignaturas, de corte experimental, programadas paralelamente en uno y otro cuatrimestre. La asignatura, en el Grupo de Castellano, se ha impartido los últimos dos cursos académicos por dos profesores, uno del área de Química Física (el arriba firmante) y un segundo del área de Química Analítica. Las actividades que se resumen en este trabajo corresponden a las propuestas del primero de los profesores que, dentro del programa, imparte los siete primeros temas del mismo cubriendo los siguientes aspectos:

1. Gases
2. Primer Principio y Termoquímica
3. Segundo y Tercer Principios. Espontaneidad y equilibrio.
4. Fuerzas intermoleculares, estados de la materia y cambios de estado en sustancias puras.
5. Disoluciones. Propiedades coligativas.
6. Cinética Química
7. Equilibrio químico. Constantes. Principio de Le Chatelier.

En el curso 2011/12, la asignatura tuvo una matrícula de 36 estudiantes en castellano, que constituyeron un único Grupo para las Clases magistrales y las Prácticas de Aula, pero que estuvieron divididos en dos Grupos para los Seminarios. En el Curso 2012/13 la matrícula ha sido de 29 estudiantes, con la misma distribución en cuanto a Grupos que en el Curso anterior.

A lo largo de esos siete primeros temas las **Clases Magistrales** (15 horas) se acompañan con **Prácticas de Aula** (10 horas) donde se resuelven ejercicios y problemas sobre la temática del Tema y que se proponen por adelantado. En los **Seminarios** (5 horas), los estudiantes, divididos en grupos de 3 o 4 estudiantes trabajan un tiempo sobre problemas compendio del Tema y luego, por sorteo, uno de ellos debe mostrar su solución a los demás, como fase previa a una discusión en común. Parte de los Seminarios se dedican a experimentos virtuales con applets al respecto que, previamente, se cuelgan en Moodle para su consideración.

La evaluación de la asignatura se basa, fundamentalmente, en un examen teórico/práctico (70%). Un 20% adicional se evalúa sobre la base de una serie de cuestionarios que se plantean y resuelven en la plataforma Moodle donde, cada uno o dos temas (depende de su extensión y profundidad), se plantea un **cuestionario** de 10 cuestiones y problemas relacionadas. Esos diez ítems de cada cuestionario se eligen al azar entre una batería de entre 30 y 40 preguntas y problemas, lo que personaliza, de forma razonable, cada cuestionario. Esos cuestionarios, que se autocorrijen, se abren y se cierran en un período de no más de 10 días naturales y sólo admiten un intento para resolverlos.

El 10% restante de la valoración, según lo establecido en la ficha Gaur de la asignatura, se lleva a cabo sobre la base de un trabajo que el estudiante debe realizar y presentar públicamente. En el Curso 2011/12, este apartado se sustanció en que aproximadamente la mitad de los alumnos matriculados realizaran una actividad ligada a la resolución de problemas, a la que se ha hecho mención en la Introducción. En ella, la competencia general que se pretende trabajar es la de proporcionar a los estudiantes situaciones o escenarios en las que puedan practicar y desarrollar habilidades propias del trabajo científico. Como las habilidades científicas no se pueden practicar en abstracto, ha sido necesario diseñar propuestas concretas a partir de problemas ligados a los contenidos propios de la asignatura.

ESCENARIO

El primer día de impartición de la asignatura, en torno al 20 de enero de cada año, se presenta a los estudiantes un listado de los problemas propuestos para su resolución. Y así, a lo largo de los dos años en los que se ha llevado a cabo la experiencia, se han proporcionado a los estudiantes los problemas que ilustra la **Tabla**

I. Todos ellos son asignables a los contenidos propios de alguno de los siete temas del programa de la asignatura que se han mencionado en la página anterior.

Tabla 1. Problemas propuestos en los Cursos 2011/12 y 2012/13.

- ¿De dónde proviene el ácido fórmico que está deteriorando el famoso velero Vasa?.
- ¿Respiramos O_2 y N_2 que ya pasó por los pulmones de Avogadro?.
- ¿Cumple el metano la ley de los gases ideales? .
- ¿Consumo más alimentos de los necesarios para mi metabolismo y, por tanto, engordaré? .
- ¿Cómo buscarías las condiciones más adecuadas para obtener diamantes a partir de grafito? .
- ¿Es eficaz la homeopatía?.
- ¿Cuánto nitrógeno puede matar a un buzo?.
- ¿Qué causó el accidente en el Camping de Los Alfaques?.
- ¿Es peligroso el mercurio que, proveniente de los termómetros que se rompen en los hospitales, anda por los suelos de las habitaciones de los enfermos?.
- ¿Qué crees sobre la polémica en torno a la Sábana Santa de Turín?.
- ¿Cuándo se podrá pescar en el lago Michigan?.
- ¿Cómo funciona una bebida autocalentable?.
- ¿Puede Juanmari Arzak liofilizar calamares gigantes para que se puedan comer?.
- ¿Cómo prepararías anticongelantes sostenibles?.
- ¿Cuáles son las claves de un mechero seguro?
- ¿Cómo mató el monóxido de carbono al tenista Vitas Gerulaitis?.
- ¿Qué pasa con el hexafluoruro de azufre en los disruptores de alta tensión establecidos en Siberia?.

Para cada problema, se suministró a los estudiantes una definición genérica del mismo. El grado de definición del problema puede resultar decisivo para la comprensión de lo que se pide a los estudiantes. Para dar una idea del mismo, centraremos el resto de esta comunicación en el primero de los problemas de la **Tabla 1**, el que tiene que ver con el deterioro progresivo del velero Vasa. En ese caso, el enunciado del problema suministrado a los estudiantes fue el que aparece en el cuadro siguiente.

Uno de los reclamos turísticos de Estocolmo es la visita al Museo en el que se conserva el **Vasa**, un magnífico barco construido a mayor gloria del rey Gustavo Adolfo de la época, y botado el 10 de agosto de 1628. No había navegado más allá de una milla náutica cuando se fue a pique en cuestión de minutos y allí abajo se quedó durante 333 años, hasta que en el año 1961 fue sacado a la superficie. Al ponerlo en tierra, la sorpresa fue mayúscula ante el impresionante estado de conservación del barco. Para preservar esa conservación en el Museo que lo aloja se decidió cubrir toda su superficie con un **polímero**, el polietilenglicol (PEG).

En 2006, durante una revisión exhaustiva del estado del barco, se empezaron a evidenciar una serie de problemas, ligados a la presencia en la estructura del barco de ácido fórmico. Dos posibles hipótesis se manejaron: que el fórmico tuviera su origen en la propia descomposición oxidativa del polietilenglicol o, alternativamente, en la descomposición de la madera del barco. La solución estuvo en el empleo de técnicas de datación basadas en carbono 14. La conclusión de esos estudios parece ser que casi todo el fórmico proviene de procesos de descomposición de la madera.

¿Cómo puedes explicar la seguridad con la que los investigadores parecen haber resuelto el problema?.

El problema resulta interesante, desde un punto de vista académico, para introducir al estudiante en el ámbito de la Cinética Química y, mas concretamente, en lo relativo a las reacciones de descomposición de determinados isótopos, como el ^{14}C , que habitualmente siguen lo que se denomina una cinética de primer orden. El problema tiene también su interés por la relativamente abundante presencia en los medios de comunicación de problemas de diverso tipo resueltos gracias a estudios basados en la datación de ^{14}C . En ese sentido los objetivos de aprendizaje tienen que ver con esa temática, en lo relativo a:

1. Conocer las diferencias entre los diferentes isótopos de carbono, así como el proceso de formación del ^{14}C en la atmósfera, su asimilación por los seres vivos y su posterior cinética de descomposición tras la muerte del ser vivo en cuestión.
2. Identificar la descomposición del ^{14}C como una cinética de primer orden.
3. Reconocer los conceptos y ecuaciones más representativos de un proceso de ese tipo y, especialmente, el concepto de vida media que ayudará a los estudiantes a tomar partido por una de las dos posibles hipótesis en el deterioro del Vasa.
4. Saber calcular las concentraciones de ^{14}C provenientes del ácido fórmico en cada una de las dos hipótesis.
5. Buscar y resumir la bibliografía necesaria para resolver el problema (tiempo de vida media del ^{14}C , procesos de formación y desaparición del isótopo en la naturaleza, datos sobre el PEG, su formación a partir del petróleo, etc.)
6. Saber preparar y defender un póster sobre el problema en una sesión al uso.

Los mencionados objetivos y los que se incluyen en cada uno de los otros problemas propuestos se corresponden con las Competencias Específicas (CE) de la Materia Química, que incluye las cuatro asignaturas relacionadas con la Química dentro del Módulo Básico del Grado, así como las Competencias Transversales (CT) definidas para el conjunto de la Titulación. Unas y otras competencias que se resumen a continuación:

- CE1. Conocer y saber usar el lenguaje químico relativo a la designación y formulación de los elementos y compuestos químicos.
- CE2. Tener un concepto claro de los aspectos más básicos de la Química que se relacionan con las leyes ponderales, y la estequiometría en las transformaciones químicas.
- CE3. Adquisición de conceptos básicos relativos a la composición y estructura de la materia, la termodinámica y cinética química, el equilibrio químico y los aspectos cuantitativos que se derivan de ellos.
- CE4. Adquisición de conocimientos básicos relativos a la estructura y reactividad de los compuestos químicos inorgánicos y orgánicos más comunes.
- CT1. Conocer los estilos de referencia científicos en la comunicación oral y escrita, para describir los fenómenos químicos experimentales y extraer resultados concluyentes.
- CT2. Conocer las fuentes de información y documentación más frecuentes en la Ciencias Experimentales y demostrar el uso eficiente de las mismas.

Como ya se ha mencionado, los problemas se presentan al principio del cuatrimestre (última decena de enero) y en el plazo de una semana posterior están elegidos y asignados a Grupos de estudiantes constituidos por tres personas. La sesión de Pósters se ha programado estos dos últimos años en función de las vacaciones de Semana Santa, pero no más tarde del 10 de abril.

En la sesión inicial, se explica también a los estudiantes que, dado que la resolución del problema supone un 10% de la nota final, la carga de trabajo no debiera suponer más de 15 horas totales.

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Una vez realizada la selección y adjudicación a cada Grupo de estudiantes de uno de los problemas, se deja que éstos los consideren durante 15 días, tras los que deben presentar un breve informe de menos de una hoja DIN-A4 (1º entregable) sobre su propuesta de resolución del problema.

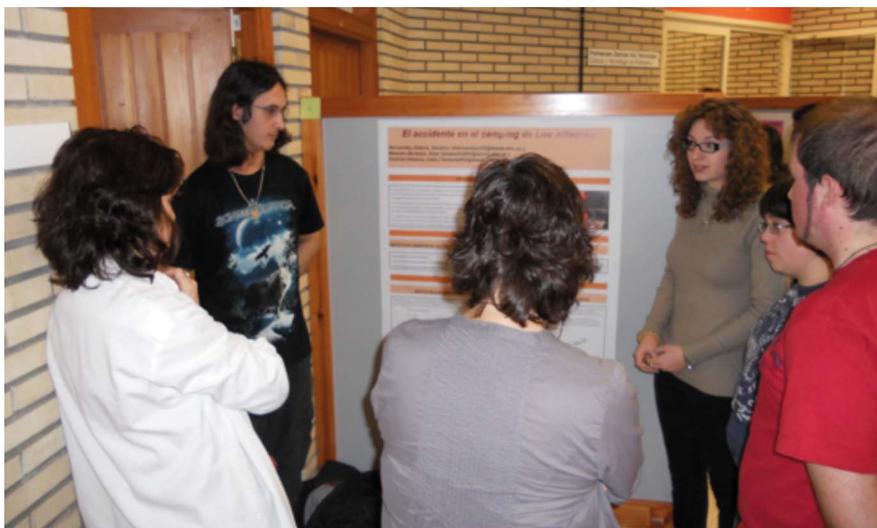
Esa propuesta se debate con el Profesor encargado en una sesión de tutoría individualizada con cada Grupo. Esa sesión es clave a la hora de definir claramen-

te las estrategias a emplear para resolver el problema. A veces, en el intento de proponer un problema excesivamente general, se “ocultan” a los estudiantes argumentos clave para comprender lo que se les pide.

Hay que tener en cuenta, además, que en tanto que estudiantes de Primer Curso de Grado, provenientes de Centros de Enseñanza Secundaria con diferentes niveles en la docencia de Química, se desconoce la formación que sobre las temáticas propuestas tienen los estudiantes en forma de conocimientos previos. La primera tutoría sirve, en ese sentido, para constatar las carencias de cada Grupo de trabajo y para “replantear” la primitiva definición genérica del problema hacia otras adaptables a la formación de los estudiantes, de cara a encaminarles hacia la resolución del problema.

En los siguientes 20 días, se deja que los estudiantes elaboren un pequeño informe sobre la resolución del problema (2º entregable) en el que además de la definición literal del problema que se les ha suministrado, deben incluir una Introducción en la que expliquen con más detalle el propio problema en su contexto social, además de los fundamentos “teóricos” en los que van a basarse para resolverlo. El trabajo debe incluir también la propia resolución del problema propuesto en términos de ecuaciones, cálculos numéricos, gráficas, tablas, etc., así como las conclusiones relativas a la pregunta concreta que se las ha planteado en cada problema. Finalmente, el trabajo debe recoger, obligatoriamente, un apartado de bibliografía, redactado según las pautas habituales en publicaciones científicas. Ese informe entregable se hace llegar al Profesor que lo considera y, en un proceso de feedback de no más de una semana, propone las correcciones oportunas.

Figura 1. Instantánea tomada durante la Sesión de Pósters 2012



Tras la aprobación del 2º entregable, el Profesor entrega a cada Grupo un template o plantilla para poder preparar un póster en un formato habitual en reuniones científicas. Se trata, básicamente, de homogeneizar los formatos y no inducir a una pérdida excesiva de tiempo en su elaboración. A partir de ahí, los estudiantes deben reflejar en el póster las cuestiones más relevantes del trabajo que ha constituido el Entregable 2 y enviar al Profesor una primera versión del mismo, con la suficiente antelación a la fecha de la Sesión de Pósters para discutir, en una segunda tutoría individualizada con cada Grupo, las posibilidades de mejora del mismo.

Establecida la versión final del póster, los estudiantes remiten al Profesor dicha versión en un documento pdf que el Profesor hace imprimir en los Servicios de Reprografía del Campus. El Póster tiene un formato de unos 90 cm. de ancho por 120 cm. de alto y los gastos corren a cargo del Departamento implicado en la actividad.

La actividad final (y 3º Entregable) es la propia sesión de Pósters (*Figura 1*), que se celebra en un espacio adecuado con paneles móviles al uso y en la que, durante una hora, los estudiantes muestran sus pósters a sus propios compañeros, a Profesores de la Facultad relacionados con las Áreas de Química Física y Química Analítica a los que se invita, así como a estudiantes de doctorado y post-docs relacionados con dichos profesores. En las dos sesiones realizadas en los dos últimos Cursos académicos, el número de visitantes externos a los propios estudiantes matriculados en la asignatura ha superado las veinte personas, una cifra que añade un punto de tensión suficiente entre los estudiantes y que incentiva el que se pregunten también entre ellos. En la *Figura 2* se muestra el póster presentado el presente Curso académico sobre el problema de la degradación del velero Vasa.

Para evaluar la relevancia de los Pósters, se entrega a cada uno de los asistentes a la Sesión una rúbrica en la que se les piden que asignen valores entre 1 y 5 a una serie de apartados relativos al nivel de calidad del póster en cuestión (ver *Tabla 2*).

Tabla 2. Rúbrica utilizada para la evaluación de la Sesión de Pósters.

Apartado	Criterios para la valoración	NOTA DEL APARTADO
Claridad en el planteamiento y fundamentos	¿Se entiende qué problema está implícito en el planteamiento? ¿Se han establecido claramente las hipótesis o suposiciones sobre las que se va a resolver el problema? ¿Se ha descrito con claridad el fundamento teórico en el que descansa la resolución? ¿Se relaciona claramente el problema con uno de los temas de la asignatura? ¿Se han incluido adecuadas referencias bibliográficas para sustentar el planteamiento y resolución posterior?.	
Resolución y conclusiones del problema	¿Se han identificado claramente las variables a tener en cuenta? ¿Está claro el proceso seguido para llegar al resultado? ¿Se han comparado resultados con las hipótesis de partida?.	
Aspecto visual del póster	Valora: La correcta preparación de Figuras, Tablas y ecuaciones usando herramientas habituales de ofimática. Su adecuada disposición a lo largo del texto. El uso de las herramientas de color.	
Discusión con el Grupo	¿Han respondido con claridad a tus preguntas?. ¿Han participado los tres miembros del Grupo en la discusión?.	

Figura 2. Poster sobre el deterioro del velero Vasa, presentado en Abril de 2013 por estudiantes de Primer Curso del Grado en Química en la Facultad de Química

EL BARCO VASA

Claudia Presa (cpresa002@ikasle.ehu.es), Esther Martínez de Luco (memartinezdeluco001@ikasle.ehu.es) y Nerea Montoya (nmontoya002@ikasle.ehu.es)

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

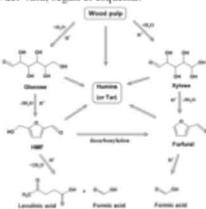
Uno de los reclamos turísticos de Estocolmo es la visita al Museo⁽¹⁾ en el que se conserva el *Vasa*, un magnífico barco construido a mayor gloria del rey Gustavo Adolfo de la época, y botado el 10 de agosto de 1628. No había navegado más allá de una milla náutica cuando se fue a pique en cuestión de minutos y allí abajo se quedó durante 333 años, hasta que en el año 1961 fue sacado a la superficie. Al ponerlo en tierra, la sorpresa fue mayúscula ante el impresionante estado de conservación del barco. Para preservar esa conservación en el Museo que lo aloja se decidió cubrir toda su superficie con un **polímero**⁽²⁾, el polietilenglicol (PEG).

En 2006, durante una revisión exhaustiva del estado del barco, se empezaron a evidenciar una serie de problemas, ligados a la presencia en la estructura del barco de ácido fórmico. Dos posibles hipótesis se manejaron⁽³⁾: que el fórmico tuviera su origen en la propia descomposición oxidativa del polietilenglicol o, alternativamente, en la descomposición de la madera del barco. La solución estuvo en el empleo de técnicas de datación basadas en carbono 14. La conclusión de esos estudios parece ser que casi todo el fórmico proviene de procesos de descomposición de la madera.

¿Cómo puedes explicar la seguridad con la que los investigadores del problema llegaron a esa conclusión?

FORMACIÓN DEL ÁCIDO FÓRMICO

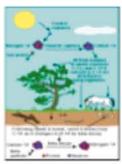
La descomposición de la madera es una de las posibles fuentes del ácido fórmico causante de los daños del *Vasa*, según el esquema:



La otra posibilidad es la descomposición del polietilenglicol, que ha sido estudiada por Gilstrup⁽⁴⁾. Según este autor, el PEG se oxida en uno de sus extremos para un polietilenglicol un eslabón más corto y ácido fórmico. Aunque ese fórmico puede reaccionar con los grupos alcohol para dar ésteres, siempre queda algo sin reaccionar.

INTRODUCCION

Los rayos del Sol colisionan con los átomos de nitrógeno-14 (¹⁴N) de la atmósfera (el nitrógeno se encuentra en el aire en un 80%) y los convierte en carbono-14 (¹⁴C) que, combinados con el oxígeno forma dióxido de carbono radiactivo. Dicho CO₂, radiactivo es absorbido y utilizado por las plantas y teniendo en cuenta la cadena alimenticia, los seres vivos acabamos incorporando ese ¹⁴C al organismo.



Se sabe que la masa del ¹⁴C en un ser vivo (animales, plantas) se ha reducido a la mitad en un periodo de a los 5730 años desde la muerte del organismo⁽⁵⁾, lo que se conoce como tiempo de vida media de la cinética de descomposición. Esto significa que si un ser vivo contiene originalmente un 0,0001% de ¹⁴C en sus estructuras orgánicas, 5.730 años después de que dicho organismo cese de intercambiar carbono con el medio ambiente, es decir, cuando muera, su contenido en ¹⁴C se habrá reducido a la mitad, esto es, 0,00005%. Unos 5.730 años más tarde se habrá reducido nuevamente a la mitad, y así sucesivamente.

Por eso, al medir la cantidad de radiactividad en una muestra de origen orgánico, se calcula la cantidad de ¹⁴C que aún queda en el material. Así puede ser datado el momento de la muerte del organismo correspondiente. Cuanto más viejos sean los restos a datar, más difícil es el fechado ya que la cantidad de ¹⁴C se va haciendo más pequeña. Por tanto, la hipótesis de trabajo era que **evaluando la cantidad de ¹⁴C existente en el ácido fórmico que ha ido atacando el *Vasa*, podemos dilucidar si proviene de la madera que constituye el barco o del polietilenglicol que se usó para preservarlo una vez que fue sacado del agua.**

El ¹⁴C se descompone en ¹⁴N y un electrón siguiendo una cinética de primer orden. Las cinéticas de primer orden se rigen por la siguiente ecuación:

$$\ln \frac{[A]}{[A]_0} = -kt$$

que también podemos escribir: $\ln [A]_t = -kt + \ln [A]_0$

En el caso de las cinéticas de primer orden, los tiempos de vida media y las constantes de velocidad están relacionados por una expresión muy sencilla:

$$k = \frac{0.693}{t_{1/2}}$$

RESOLUCION DEL PROBLEMA



El polímero polietilenglicol se obtiene del petróleo. El petróleo es el resultado de una transformación anaerobia de restos de seres vivos y de algas que ocurrió hace millones de años. Se puede estimar que ese proceso, cuyo origen es algo oscuro, ocurrió en un periodo que va desde hace 359,2 ± 2,5 millones de años y finaliza hace 299,0 ± 0,8 millones de años. Por tanto el ¹⁴C del ácido fórmico desprendido, si proviniera de esa fuente debería estar en una concentración mucho más baja que si el origen estuviera en la madera utilizada en construir el *Vasa*, que fue cortada alrededor del año de construcción del barco.

Usando el periodo de vida media del ¹⁴C, la constante del proceso de descomposición de ese isótopo de carbono es:

$$k = 0.693/5730 = 1.21 \cdot 10^{-4} \text{ año}^{-1}$$

Si consideramos que han transcurrido 385 años desde que fue utilizada la madera (ya que el barco es de 1628) el valor de la concentración del ¹⁴C en la actualidad sería el 95,45 % de la existente en 1628.

Por el contrario, si consideramos que han pasado 310⁶ años desde la formación del petróleo que, finalmente, dio lugar al polietilenglicol que se usó para proteger la estructura, la cantidad de ¹⁴C remanente sería sólo el 0.118% de la original.

Por tanto, parece fácil distinguir un fórmico de otro y, sobre esa base, los investigadores llegaron a la conclusión de que **es que la madera utilizada en el barco la causante del ácido fórmico que lo está deteriorando**. Si eso no ocurrió durante los muchos años que el barco estuvo hundido fue debido a la gran contaminación del puerto de Estocolmo, que formaba grandes cantidades de sulfuro que penetraron en la madera, reaccionando con el oxígeno y formando ácido sulfúrico.

BIBLIOGRAFÍA

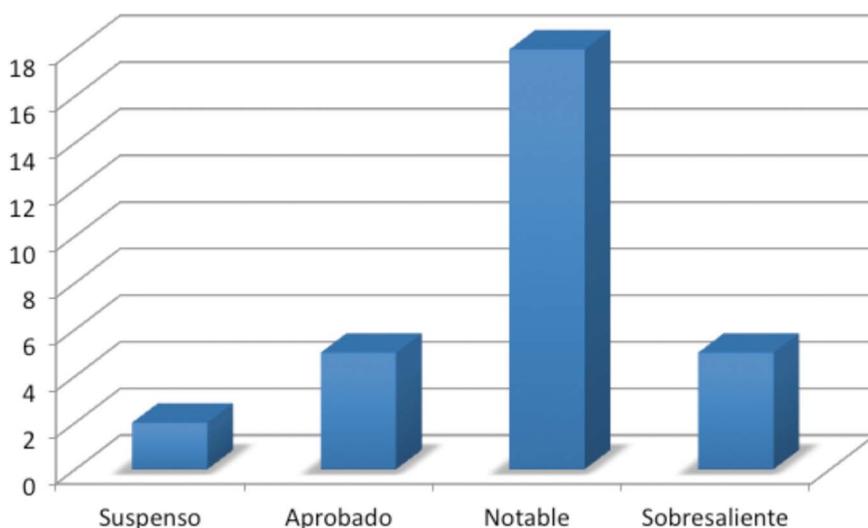
(¹) <http://www.visitstockholm.com/es/flacer/Atracciones/museo-vasa/142>
 (²) <http://www.aranako.com/Colaboraciones/RecuperaVasa.pdf>
 (³) <http://elblogdebuhogris.blogspot.com.es/2011/08/contaminaciones-preterritas.html>
 (⁴) <http://www.ehu.es/biomoleculas/isotopos/carbono14.htm>
 (⁵) J. Gilstrup, Polymer Degradation and Stability 52, 217-222 (1996)



Esas calificaciones se recogen y evalúan y, posteriormente, se promedian con la valoración que ha hecho el Profesor del informe previamente preparado por cada uno de los Grupos como fase previa a la preparación del Póster, usando criterios similares a los que se han proporcionado a los asistentes en la rúbrica de la Tabla 2. Se entiende que una valoración de este tipo tiene en cuenta la problemática que el Profesor ha detectado durante el desarrollo de la actividad completa pero también el resultado final percibido por un genérico asistente anónimo a la sesión de pósters.

Toda vez que el número de estudiantes que han participado en estas actividades es bajo (18 en el Curso académico 2011/12 y 12 en el Curso 2012/13), se ha optado por unir las calificaciones en ambos cursos a la hora de proporcionar una estadística de los resultados conseguidos. La *Figura 3* proporciona esos resultados.

Figura 3. Distribución de las calificaciones obtenidas por los estudiantes participantes en la sesión de pósters durante los curso 2011/12 y 2012/13



INCIDENCIAS EN LA IMPLEMENTACIÓN EN EL AULA

Como ya se ha mencionado con antelación, las experiencias con este tipo de actividades en la asignatura de Química General II sólo datan del pasado Curso académico. También hay que volver a recordar que de los 65 estudiantes matriculados en esa asignatura en esos dos Cursos académicos (36 + 29) sólo 30 (18+12) han participado en las sesiones de pósters como autores (el resto han desarrollado otras actividades con el profesor que imparte el otro 50% de la asignatura). Es verdad que los que no han participado como autores si lo han hecho en las propias

Sesiones de pósters como espectadores de la mismas y, en general, con un alto espíritu de implicación.

Tras la experiencia realizada el pasado Curso académico 2011/12 y que fue tutorizada desde el programa Eragin se detectaron una serie de deficiencias que se han tratado de solventar, en la medida de lo posible, en las actividades realizadas en el presente Curso académico.

Aunque el grado de aceptación por parte de los estudiantes en ese primer Curso académico de implantación de la actividad fue alto, sin problemas reseñables que pudieran ser detectados en las sesiones de tutoría, se dio el caso de un Grupo con evidente incompatibilidad personal como para abordar un problema de este tipo. Ese Curso académico, los estudiantes trabajaron en parejas, por lo que, para este curso, se optó por establecer Grupos de trabajo de tres personas, para resolver mejor posibles conflictos, así como estableciendo rúbricas en las que se valorara adecuadamente el grado de interacción entre los componentes del Grupo de cara a la resolución del problema.

En la experiencia del Curso 2011/12, fue manifiestamente mejorable el hecho de no haber definido, de forma precisa, un calendario de tutorías, lo que hubiera facilitado el llevar el trabajo a ritmo sostenido. Ello hizo que en los días previos a la presentación de los posters la actividad fuera demasiado intensa, algo no deseable en términos de las otras asignaturas del Curso. Como ya se ha comprobado en el programa de actividades descrito anteriormente, este año se han diseñado dos tutorías específicas en fechas consideradas cruciales para el buen desarrollo de la actividad.

Por otro lado, el pasado año no se evaluó el grado de aceptación de la actividad entre los estudiantes, una deficiencia que se ha solventado en el presente curso. Utilizando la llamada opción **Questionnaire** de la plataforma virtual **Moodle**, se ha elaborado una encuesta anónima de diez preguntas a la que los estudiantes han tenido que contestar en un período de tiempo de una semana. Entre ellas, y en primer lugar, se pide a los estudiantes que valoren el tiempo destinado a esta actividad, de cara a comprobar si superan o no las 15 horas totales a las que se ha hecho referencia al principio y que podría redundar, si la carga fuera excesiva, en las actividades del resto de asignaturas del Módulo básico. De esa forma, subsanamos otra de las deficiencias detectadas en la aplicación de la actividad el pasado Curso.

Las preguntas propuestas han sido las siguientes:

1. De manera aproximada, ¿Cuántas horas habéis dedicado como Grupo a la preparación del Póster?.
2. Valora con un numero entre 1 (poco) y 5 (mucho) el grado de colaboración que has alcanzado en el trabajo en equipo con tus compañeros.

3. Indica con un número entre 1 (poco) y 5 (mucho) si estás de acuerdo en que este tipo de resolución de problemas es beneficioso para tu aprendizaje en materias ligadas a la Química General II.
4. Indica con un número entre 1 (poco) y 5 (mucho) si estás de acuerdo en que es positivo que una parte de la valoración de tu trabajo se realice por tus propios compañeros y otros visitantes a la sesión de posters.
5. Indica con un número entre 1 (poco) y 5 (mucho) si estás de acuerdo en que preparar un póster es beneficioso para tu formación integral en Química.
6. Valora entre 1 (poco) y 5 (mucho) la organización de esta actividad por parte del Profesor encargado.
7. Valora entre 1 (poco) y 5 (mucho) si estás de acuerdo en que se invite a profesores y estudiantes de Doctorado a la sesión de Pósters.
8. Valora entre 1 (poco) y 5 (mucho) si estás de acuerdo en que este tipo de resolución de problemas te ha ayudado a aprender a buscar, sintetizar y resumir información existe al respecto del problema que has resuelto.
9. Valora un número entre 1 (poco) y 5 (mucho) tu grado de satisfacción general con la experiencia.
10. ¿Qué mejorarías en esta actividad? (máximo 300 caracteres).

Los resultados más relevantes de dicha encuesta tienen que ver, en primer lugar, con el amplio espectro que los estudiantes refieren en lo relativo al tiempo empleado en la actividad (pregunta 1). Las respuestas van desde un mínimo de seis horas a un máximo de 35, con una media de 17 (± 11). Si bien la media se acerca a las 15 horas originalmente propuestas como tiempo máximo a emplear por los estudiantes, lo cierto es que la ancha distribución que se visualiza en la desviación estándar indica que, en años sucesivos, habrá que buscar estrategias para estrecharla, quizás con un control más exhaustivo, desde la primera tutoría, del tiempo empleado.

Las preguntas que van desde el número 2 al 9 han tenido como resultados valoraciones relativamente altas desde un 3.5 a un 4.4 (ambas sobre 5). La mejor valorada es la participación de profesores y estudiantes de doctorado y la más baja la relativa a la organización de la actividad por parte del profesor, algo que obviamente deberá mejorarse para futuras ediciones.

Finalmente, en el apartado 10, destinado a propuestas de mejora de la actividad, cuatro estudiantes no cambiarían nada, tres proponen que los problemas tengan más que ver con el temario de la asignatura (quizás el resultado más sorprendente, toda vez que los posters presentados cumplían esa condición), dos piden tener más tiempo en la sesión de posters para poder discutir los de los compañeros (es evidente que se trata de estudiantes que tuvieron que defender el suyo), uno preferiría trabajar en pareja, otro que los problemas tuvieran un componente práctico inclui-

do (el de las bebidas autocalentables implicaba “jugar” con uno de esos envases pero los demás problemas no tenían esa característica) y el último de los estudiantes pide que el planteamiento del problema no sea tan genérico.

CONCLUSIONES

En opinión del autor, esta variante del clásico trabajo de bibliografía que muchos profesores de Facultades de Ciencias encomendamos a nuestros estudiantes es mucho más apropiada para unos programas en los que el tiempo es una variable a gestionar de forma muy precisa. Y ello es así por varios motivos.

Por un lado, se plantea el trabajo como la resolución de un problema numérico real, ligado al papel que la Química juega en nuestra vida cotidiana, una forma muy diferente al clásico problema encaminado a la mera resolución mediante ecuaciones y estrategias explicadas en clases magistrales.

Por otro lado, el problema se plantea al principio del Curso, cuando el estudiante no ha recibido todavía información en forma de clases magistrales relativas a cada uno de los temas propuestos. Ello les obliga a trabajar en el mismo de forma tanto personal como en Grupo, comprobando la dificultad de tener que buscar por sí mismos las variables que controlan el problema, los datos que necesitan y las estrategias para la resolución final del problema planteado.

Y, finalmente, la presentación del póster en una única sesión dedicada al efecto tiene también varias implicaciones positivas. La primera de ellas es la economía de tiempos que permite frente a las clásicas exposiciones de 10-15 minutos, que consumen mucho tiempo a poco que el número de estudiantes empiece a crecer. Por otro lado, entran en contacto con un modo habitual en el quehacer científico y profesional y, por tanto, con una competencia que tarde o temprano van a tener que desarrollar. Y, en último extremo, se someten a los comentarios, preguntas y críticas de sus propios compañeros y de profesores y profesionales que tiene un grado de formación mayor en los temas objeto de los problemas.

En el caso concreto de la Facultad de Química, ésta es una experiencia que sólo se ha llevado a cabo en tres ocasiones. Hace años, el autor de este trabajo, la ensayó de forma autodidacta en una asignatura denominada Introducción a las Macromoléculas, pero sin el conocimiento de las metodologías basadas en la resolución de problemas (PBL) que en estos dos últimos años ha ido adquiriendo, gracias a la tutorización de los responsables del programa Eragin.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece a los Profesores Carles Furió, Jenaro Guisasola y Mikel Garmendia el apoyo recibido y, particularmente, la paciencia con la que han sabido manejar su inexperiencia en las estrategias docentes manejadas.

REFERENCIAS

- FYRENIUS, A., SILEN, C. y WIRELL, S. (2007). Students' conceptions of underlying principles in medical physiology: an interview study of medical students' understanding in a PBL curriculum. *Advances in Physiology Education*, 31, 346-369.
- CARNICER, J., REYES, F. y GUIASOLA, G. (2012). How can astronauts be weighted when there is no gravity. *The Physics Teacher* 50, 414-415.
- OLIVER-HOYO, M.T., PINTO, G. y LLORENS-MOLINA, J.A (2009). The Chemistry of Self-Heating Food Products. *Journal of Chemical Education* 86(11), 1277-1280.
- GARMENDIA, M., GUIASOLA, G. y SIERRA E. (2009). Teaching Part Visualization: An Approach Based on Problem Solving Strategy Knowledge. *International Journal of Engineering Education* 25(6), 1205-1211.

