

# Habemus papam... ¡y es químico!: Un ejemplo de relación de temas de actualidad con la enseñanza de las ciencias

Gabriel Pinto y Josep Antoni Vieta

**Resumen:** En este artículo se expone cómo un hecho de gran trascendencia mediática, como es la celebración de un cónclave para la elección del Papa de la Iglesia Católica, puede utilizarse para promover la motivación hacia el estudio de la química. En concreto, la información sobre la preparación de *fumatas* de color blanco o negro, asociadas de forma anecdótica a un cónclave, puede servir para el tratamiento de cuestiones sobre formulación (en español y en otros idiomas), diferencia entre sustancias orgánicas e inorgánicas, características y aplicaciones de los fumígenos (generadores de humo), y el fenómeno de la combustión. También se destaca una breve reflexión sobre la relación entre ciencia y religión, cuestión que suele inquietar a buen número de alumnos de distintos niveles educativos.

**Palabras clave:** Divulgación científica, fumígenos (generadores de humo), química y vida cotidiana, ciencia y religión.

**Abstract:** This paper explains how a fact of great media impact, as holding a conclave for the election of the Pope of the Catholic Church, can be used to increase the motivation for the study of chemistry. In particular, the information about the preparation of “*fumata*” white or black, anecdotally associated to a conclave, can be used to discuss issues about formulation (in Spanish and other languages), the difference between organic and inorganic substances, the characteristics and applications of smoke generators and the phenomenon of combustion. It also highlights a brief reflection on the relationship between science and religion, often a concern for a large number of students of different educational levels.

**Keywords:** Popular science, smoke generators, chemistry and everyday life, science and religion.

## Introducción

Una de las áreas más atractivas de la didáctica de la química es encontrar hechos de la vida cotidiana que, de alguna manera, puedan hacer reflexionar a los alumnos de los diversos niveles educativos sobre la relevancia de esta ciencia y sus innumerables aplicaciones, así como favorecer el aprendizaje de ciertos conceptos y la resolución de cálculos químicos. En concreto, en este artículo se recogen brevemente algunas ideas de cómo la elección de un Papa, un hecho de gran importancia para el credo con mayor número de fieles a nivel mundial y en España, además de suponer una indudable trascendencia mediática, puede utilizarse también para la motivación, aunque sea puntual, hacia el estudio de ciertos aspectos de la química.

El 13 de marzo de 2013 se eligió como sumo pontífice de la Iglesia Católica, con el nombre de Francisco, al cardenal argentino Jorge Mario Bergoglio. Un dato curioso de su

biografía es que, antes de escoger el camino del sacerdocio e ingresar en el seminario, estudió química en la escuela secundaria industrial *ENET n°27 Hipólito Yrigoyen* de Buenos Aires, donde se diplomó como técnico químico.<sup>1</sup>

No es el primer Papa que posee en su biografía una época de relación estrecha con el ámbito de la química: Juan Pablo II trabajó como obrero durante la ocupación nazi de su patria (Polonia) en la unidad de depuración de agua de una fábrica química de la empresa Solvay.<sup>2</sup>

## Relación entre el color de las *fumatas* del cónclave y la química de los fumígenos

Durante la celebración del cónclave para la elección del Papa en el pasado mes de marzo se refirieron, en la prensa y en otros medios de comunicación, multitud de detalles sobre el evento. Entre estos detalles, se señaló que para elaborar un humo blanco (*fumata bianca*) o negro (*fumata nera*) (ver Figura 1) al quemar las papeletas de votación de los cardenales (según se haya elegido o no el Papa, respectivamente), se empleaba antiguamente paja seca o húmeda, respectivamente, pero que, hoy día, dada la confusión en la apreciación de un color u otro, se añaden productos químicos. También se indicó en distintos medios que, para provocar la ignición de estos productos químicos se activaban en un horno especial (ver Figura 2),<sup>3</sup> como ya se hizo por primera vez en el cónclave anterior, celebrado en 2005.

Esta información sobre las *fumatas* dio pie a uno de los autores de este texto a solicitar a sus alumnos de química de primer curso universitario que le informaran si descubrían la composición de esos “productos químicos” que él desconocía. Varios alumnos le remitieron la información que se reflejó en medios de comunicación que, a su vez, se hicieron eco de detalles aportados por fuentes vaticanas: en el momento en el que se queman las papeletas se pone en marcha un dispositivo



G. Pinto<sup>1</sup>



J.A. Vieta<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ETS de Ingenieros Industriales, Universidad Politécnica de Madrid, 28006 Madrid.

C-e: [gabriel.pinto@upm.es](mailto:gabriel.pinto@upm.es)

<sup>2</sup> Càtedra de Cultura Científica i Comunicació Digital, Universitat de Girona.

C-e: [josepantoni.vieta@udg.edu](mailto:josepantoni.vieta@udg.edu)

Recibido: 09/04/2013. Aceptado: 12/05/2013.



**Figura 1.** Aspecto de la *fumata* blanca producida en el Vaticano el 13 de marzo de 2013 (arriba) y, desde otro ángulo, de la *fumata* negra del día anterior.



**Figura 2.** Estufa para quemar las papeletas del cónclave (derecha) y aparato auxiliar para la quema de los fumígenos (generadores de humo) específicos.

electrónico, en una estufa auxiliar, que activa un cartucho que contiene cinco cargas y que, a su vez, se van activando una tras otra durante un tiempo de unos siete minutos. Esos cartuchos, según las fuentes mencionadas, están confeccionados con clorato de potasio, lactosa y colofonia (un ámbar natural que se obtiene de ciertas coníferas), para originar la *fumata* blanca, y con perclorato de potasio, antraceno y azufre para la *fumata* negra.

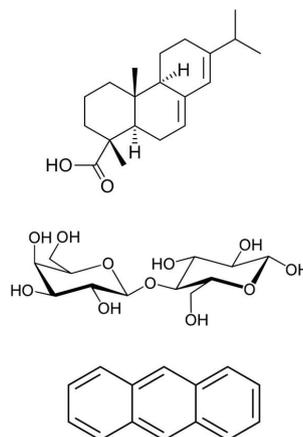
En otros medios de comunicación<sup>4</sup> se detallan los nombres en inglés de estas sustancias: *potassium chlorate*, *milk sugar*, *pine rosin*, *potassium perchlorate*, *anthracene*, y *sulfur* (siguiendo el orden con el que se indicaron en español en el párrafo anterior). Además, en esta misma fuente se especifica que la lactosa y el azufre actúan como combustibles y que el antraceno es un componente del alquitrán de hulla (*coal tar*).

Con la información de estos componentes se puede discutir con alumnos aspectos sobre formulación (en español y en otros idiomas), diferencia entre sustancias orgánicas e inorgánicas, características de los fumígenos (generadores de humo), y el fenómeno de la combustión (al quemar las propias papeletas, con el nombre del papable elegido por cada cardenal, se produce la reacción química de combustión entre la celulosa del papel y el oxígeno de aire para dar, principalmente  $\text{CO}_2$  y  $\text{H}_2\text{O}$ ).

Las sustancias clorato de potasio, perclorato de potasio y azufre son inorgánicas, y normalmente bien conocidas en cuanto a su formulación por los alumnos ( $\text{KClO}_3$ ,  $\text{KClO}_4$  y  $\text{S}$  o  $\text{S}_8$ , respectivamente). La colofonia, conocida también como *Pez de Castilla* (y en inglés como *rosin*, *colophony* o *greek pitch*), es una resina sólida vidriosa natural, como se comentó anteriormente, que se emplea en los crines de los arcos de instrumentos de cuerda, como el violín, para asegurar la adherencia a las cuerdas, en la fabricación de cauchos (para dar más plasticidad a los neumáticos) o para la preparación de barnices especiales y tintas de imprenta, por poner algunos ejemplos.<sup>5</sup> Otros usos curiosos, por sus propiedades, son en las suelas de zapatos para baile flamenco o danza irlandesa, en gimnasia (para mejorar el agarre de las manos), o en la práctica del béisbol (para mejorar el control de la pelota), y en la preparación de fármacos. El término colofonia viene de *colophonía resina* o “resina de los pinos de Colofón”, una antigua ciudad griega de Jonia, en Asia Menor.<sup>6</sup> El ámbar es esencialmente colofonia fosilizada.

Uno de los componentes principales de la colofonia es el ácido abiético (también conocido como abietínico o silvico), cuya estructura se muestra en la Figura 3, junto con la de los otros componentes orgánicos que producen las *fumatas*.

En realidad, las formulaciones para la preparación de las *fumatas* no son novedosas. Como explica Ball,<sup>7</sup> la correspondiente a la generación de humo negro es típica de las primeras “bombas de humo”. Ambas son similares a algunos tipos de fuegos artificiales, donde se combina una sustancia, fácilmente combustible, rica en carbono (como el azúcar lactosa, el antraceno y la colofonia) o el azufre, con otra que actúa como oxidante (perclorato o clorato de potasio), que ofrece el oxígeno necesario para la combustión.



**Figura 3.** Estructuras (de arriba abajo) del ácido abiético, de la lactosa (disacárido formado por la unión de una molécula de glucosa y otra de galactosa) y del antraceno.

La Profesora María Isabel Rico, de la Universidad de Alicante, señala que la colofonia y la lactosa arden muy bien en exceso de oxígeno (del aire) y se obtiene la combustión completa de la materia orgánica para dar sólo  $\text{CO}_2$  y vapor de agua que, al condensar, hace que el humo sea blanco.<sup>8</sup> También explica que en la *fumata* negra se produce una combustión incompleta donde aparece CO y negro de humo u hollín, un polvo negro muy fino que, al ser arrastrado, hace que el humo se vea negro. El azufre es un agente “entrecruzante” de la materia carbonosa que, probablemente, se use porque ayuda a que la mezcla se quempe peor. Las sales de perclorato y de clorato ayudan a que no se detenga la combustión, aportando oxígeno extra.

Según Ball,<sup>7</sup> el antraceno, particularmente óptimo para producir grandes partículas de hollín negro no se emplea ya en pirotecnia por su carácter cancerígeno.

Aparte de bombas de humo, existen también en el mercado unos productos bien conocido por los alumnos (especialmente a través de películas) que son los fumígenos para indicación de la posición en emergencias para barcos, en el ejército y para excursionistas. Son dispositivos de salvamento (ver Figura 4) que producen una señal de humo apreciable a grandes distancias, con un color visible en el entorno (mar, montaña, etc.), normalmente naranja o rojo, formado por colorantes orgánicos.

Una información amplia sobre la química de los efectos pirotécnicos se puede encontrar en el artículo del profesor de Prada, titulado “El fuego: química y espectáculo”, publicado en esta revista hace unos años.<sup>9</sup> También recientemente uno de los autores de este texto publicó, junto con el Profesor Josep Duran, un artículo titulado “*Reacciona... explota!, un taller per fomentar les vocacions científiques*”,<sup>10</sup> donde se detallaba la realización de experimentos de química recreativa para alumnos preuniversitarios. Estos experimentos permitieron ofrecer demostraciones espectaculares con cambios de color y emisión de luz, ruidos y humos, que resultaron especialmente atractivas.

Lo expuesto aquí supone un ejemplo de cómo hay multitud de aspectos de la actualidad y de la vida cotidiana que se pueden utilizar, de diversas maneras, en el aula de química.<sup>11</sup>

Otros ejemplos adicionales se pueden encontrar en los portales web sobre química y vida cotidiana que desarrollan desde hace tiempo los autores de este trabajo.<sup>12,13</sup> Como curiosidad, uno de ellos recogió en un vídeo cómo se realizó una simulación de *fumata* blanca en una exposición divulga-



Figura 4. Bomba de humo usada en salvamento marítimo.

tiva en la *Universitat de Girona*, durante las mismas fechas de la celebración del cónclave en marzo de 2013.<sup>14</sup>

Dado que las reacciones químicas implicadas con los reactivos mencionados para dar color a las *fumatas* exigen ciertas precauciones, se sugiere a los docentes, para mostrárselo a sus alumnos, la dirección de Internet donde se recogen los experimentos realizados al respecto por el equipo que dirige el Profesor Martyn Poliakoff.<sup>15</sup> En un vídeo se muestran con detalle todos los reactivos implicados y la formación de humo negro o blanco, según el tipo de sustancias empleadas, que son idénticas a las empleadas en el cónclave. A través de la dirección web citada se accede a un conjunto de vídeos demostrativos de múltiples aspectos de química experimental, altamente recomendable.

## Ciencia y religión

Aparte de todo lo anterior, es bastante habitual, especialmente en niveles preuniversitarios, que los alumnos discutan con los profesores de ciencias sobre las relaciones entre ciencia y religión, con preguntas del tipo: ¿Son la ciencia y la religión incompatibles y opuestas?, ¿casi todos los científicos son ateos?, etc.

A lo largo de la historia, ciencia y religión han sido dos grandes visiones del mundo de suma importancia para la humanidad, con un carácter complementario: independientemente de conflictos puntuales (a veces exagerados en exceso), abordan cuestiones diferentes.

Entre la múltiple bibliografía donde se trata este tema, especialmente recurrente en la cultura anglosajona, se recomienda el capítulo de “ciencia y religión” del libro “*Khymós*”, escrito por el Profesor Félix Serratosa hace más de 40 años.<sup>16</sup> Recientemente el Profesor Agustín Udías, jesuita (como el nuevo papa Francisco) y catedrático de geofísica en la Universidad Complutense de Madrid publicó también un interesante libro al respecto,<sup>17</sup> que quizá pueda ser de ayuda para docentes de ciencias con interés por estos temas, para reflexionar y dialogar con sus alumnos.

Otro libro digno de mencionar sobre el diálogo entre ciencia y religión es el titulado “*Déu, cosmos, caos*”, donde el Profesor David Jou, catedrático de física de la materia condensada en la *Universitat Autònoma de Barcelona* y poeta, plantea relevantes aportaciones al respecto.<sup>18</sup>

Con respecto a la relación entre ciencia y religión, puede ser interesante, en algún momento, mencionar a los alumnos el ejemplo de San Alberto Magno. Dominico destacado en su tiempo (siglo XIII) en ámbitos como la teología, la ética y la filosofía (gran conocedor del pensamiento aristotélico) y maestro de Santo Tomás de Aquino, brilló también en diferentes áreas de física, biología, geología y alquimia (se le ha llegado a atribuir el descubrimiento del arsénico). La Iglesia Católica le declaró patrón de los estudiantes y profesionales de la ciencia, celebrándose su festividad el 15 de noviembre (fecha de su defunción, en 1280).<sup>19</sup>

## Conclusiones

En este trabajo, aprovechando la repercusión mediática que supuso la elección de Papa de la Iglesia Católica en marzo de 2013, se han expuesto algunas ideas para que los profesores de los distintos niveles educativos aborden aspectos de química (formulación, diferencia entre sustancias orgánicas e inorgáni-

cas, características y aplicaciones de los fumígenos o generadores de humo y el fenómeno de la combustión). En concreto, se parte de la información aportada por los medios de comunicación sobre la preparación de las conocidas como *fumatas*.

Es un ejemplo de cómo un hecho histórico, abordado por la prensa de forma exhaustiva, puede dar pie, al profesor de ciencias, a abordar distintas cuestiones en el aula. En concreto, se planteó a los alumnos el reto de que buscaran los componentes químicos para elaborar las *fumatas* y la respuesta fue aceptablemente positiva. En estos casos no se trata de que todos los alumnos se impliquen, sino de favorecer su motivación e interés; lo que, indudablemente, no se puede conseguir en todos.

También se han esbozado algunas ideas de cómo abordar un tema que para muchos alumnos despierta gran interés, como es la relación entre ciencia y religión.

### Agradecimiento

Se agradece a AICA-Agencia Informativa Católica Argentina por la información aportada y por su amabilidad para permitir la reproducción de la Figura 2. También se agradece la ayuda recibida por la Universidad Politécnica de Madrid, a través del proyecto de innovación educativa PT12\_13-01001 (*Agentes activos y catalizadores: nuevos recursos educativos para la química*).

### Bibliografía

1. Biografía: ¿Quién es Jorge Bergoglio?, *The Vatican Today, News*, 13/03/2013. <http://bit.ly/16t6A5k>, visitada el 17/05/2013.
2. Holy See Press Office. His Holiness John Paul II: Short biography. <http://bit.ly/3sVD0P>, visitada el 17/05/2013.
3. Agencia Informativa Católica Argentina, ¿*Humo negro, humo blanco?*, 13/03/2013. Cómo se fabrican las fumatas. <http://bit.ly/YO50bb>, visitada el 17/05/2013.
4. H. Fountain, *Vatican reveals recipes for conclave smoke*, *New York Times*, 12/03/2013. <http://nyti.ms/14U2D64>, visitada el 17/05/2013.
5. <http://es.wikipedia.org/wiki/Colofonia>, visitada el 17/05/2013.
6. <http://en.wikipedia.org/wiki/Rosin>, visitada el 17/05/2013.
7. P. Ball, *Science behind the Vatican's smoke signal explained*, 13/03/2013, *BBC: Future*. <http://bit.ly/ZmNtVw>, visitada el 17/05/2013.
8. SINC-Servicio de Información y Noticias Científicas, FECYT-Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, *Química y matemáticas en la elección del nuevo papa*. <http://bit.ly/XsZJYB>, visitada el 17/05/2013.
9. F. I. de Prada, *Anales Quím.* **2006**, *102*, 54–59.
10. J. Duran, P. A. Vieta, *Educació Quím.* **2011**, *10*, 34–40.
11. G. Pinto, *Anales Quím.* **2004**, *100*, 42–44.
12. G. Pinto, *Didáctica de la química y vida cotidiana*. <http://bit.ly/8mrJro>, visitada el 17/05/2013.
13. J. A. Vieta. *Pepquimic. Ciència quotidiana per a la vida quotidiana*. <http://pepquimic.cat>, visitada el 17/05/2013.
14. J. A. Vieta. *Fumata blanca! Experiment en honor al papa químic!*. <http://bit.ly/YovWgc>, visitada el 17/05/2013.
15. *The University of Nottingham, The Periodic Table of videos*. <http://bit.ly/17DJcnL>, visitada el 17/05/2013.
16. F. Serratosa, *Khymós*, Alhambra, Madrid, **1969**.
17. A. Udías Vallina, *Ciencia y religión: dos visiones del mundo*, Sal Terrae, Santander, **2010**.
18. D. Jou, *Déu, cosmos, caos*, Ed. Viena, Barcelona, **2008**.
19. P. A. Vieta, *Recull.* **2011**, n.º. 2016. <http://bit.ly/v54WFU>, visitada el 17/05/2013.

