

HISTORIA QUÍMICA (E FÍSICA) DUNHA VELA

Manuel Cid Fernández – IES Universidade Laboral de Culleredo

Alma María Figueroa Varela – IES Universidade Laboral de Culleredo

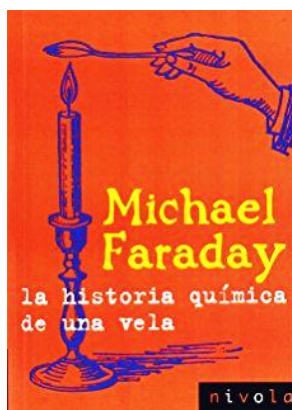


Introdución:

A ciencia, e dentro dela a historia da ciencia, é cultura. Un excelente exemplo son as conferencias populares de Faraday (iniciadas as “Conferencias vespertinas dos venres” en 1825, e as “Conferencias xuveniles de Nadal” en 1827) na Royal Institution de Londres: modelo de divulgación científica para todos os públicos, especialmente os máis xóvenes. Faraday reflexionou e desenvolveu as súas propias técnicas para a disertación en público e as aplicou, co éxito que perpetúa a tradición que él inaugurou, ata o día de hoxe.

Michael Faraday publicou en 1861 "The chemical history of a candle", libro que recollía boa parte das súas “Christmas lectures” adicadas a este tema na Royal Institution(Londres). Nas súas propias verbas:

Non hai mellor maneira, non hai porta máis aberta pola que podades adentrarvos no estudio da filosofía natural, que considerando os fenómenos físicos que se dan nunha vela.



Consideramos, daquela, que reproducir as experiencias recollidas por Faraday no seu libro é una excelente introducción á metodoloxía científica.

O procedemento é o clásico: plantexar cuestión extraídas da cuidadosa observación de como arden as velas e intentar darlles resposta con argumentos que xurden da evidencia experimental.

Os pequenos experimentos que levamos a cabo, non só permiten revisar conceptos básicos de Física (masa e densidade, transferencia de enerxía por conducción e convección, capilaridade, etc.) senon tamén de Química (reaccións de combustión, propiedades do hidróxeno, osíxeno, dióxido de carbono,...).

A meirande parte das experiencias aparecen no texto de Faraday pero, nalgúns casos, incorporamos outros experimentos para mostrar con máis claridade algúns conceptos. Exemplos: Comprobación da existencia de ións na chama, o mecanismo da capilaridade no pabulo usando sal e alcohol ...

En síntese: queremos rendir homenaxe a un dos máis importantes textos de divulgación científica nunca escritos a través da súa "lectura experimental".

Orixinalidade e creatividade:

As experiencias inclúen actividades cualitativas (por exemplo: cores das diferentes zonas da chama) e cuantitativas (por exemplo: temperatura de cada zona, rapidez con que se consume a vela,...) que intentarán ilustrar a aplicación de la metodología científica na explicación das características da combustión.

A orixinalidade radica na propia elección que Faraday realizou cando planificou estas charlas para acercar a ciencia a un público infantil/juvenil a través dun fenómeno tan cotián como o dunha vela ardendo.

A creatividade a aporta a núa elección de materiais e pequenas modificacións nas experiencias recollidas no texto de Faraday. O obxectivo é o de aproveitar o acceso a medios dos que Faraday non disponía fai 150 anos para facilitar a comprensión das súas leccións.

Contidos transversais e interdisciplinares:

- Relación das experiencias coa vida cotiá: fenómenos de combustión, a respiración, etc.
- Demostración práctica do interés que ten a lectura dun texto clásico que só precisa pequenos axustes á núa linguaxe para ser facilmente comprensible.



Actividades experimentais:

En diferentes textos clásicos populares centrados na ciencia recreativa [Estalella (3) ou Tit (7)] xa se recollen experimentos nos que unha vela ardendo é o principal argumento. Desde aqueles tempos, a amplitude e variedade de actividades experimentais sobre o mesmo tema non deixou de crecer, como facilmente podemos comprobar hoxe en Internet, por exemplo. Así tomamos nós contacto co tema a través dunha actividade de clase que, inicialmente, abarcaba arredor de 10 pequenos experimentos; pouco a pouco a colección foi crecendo e aquí presentamos, máis ou menos organizados, unha boa parte deles.

0.- Exercicio de observación da combustión dunha vela.

- Describir intentando non confundir feitos e interpretacións, en termos cualitativos ou cuantitativos e sen presumir a importancia de cada observación.

A clásica referencia é o texto “A description of a burning candle”, recollido no apéndice I do clásico texto de Pimentel et al. (6).

1.- Características físicas dunha vela que está ardendo.

1.1.- A cera é o combustible pero, ¿en que estado físico?

- Cera sólida: Non arde; ó intentar acendela só conseguiremos que ablande e, finalmente se funda.
- Cera fundida: Deixándoa caer sobre a chama dunha vela encendida termina por apagala.1.Características xerais dunha vela (apagada/ardendo): observacións xerais).
- Cera en estado de vapor: é o combustible real. Se comproba aproximando unha chama a unha vela que acaba de apagarse: a unha distancia de algúns centímetros e en contacto co fume que a vela apagada desprende, acaba por acendela de novo.

1.2.- A cera en estado de vapor.

- Coa axuda dun tubo de vidro recto colocado máis ou menos ó final do pabilo, ó final do tubo aparecerá un vapor branco (cera) que se pode acender aproximando un mechero ou misto aceso. Co tubo ó final da chama, o fume negro que sae (carbonilla) non arde.
- Usando un tubo de vidro acodado, recoller o vapor nun matraz (ou vidro de reloxo, cápsula de Petri) comprobando o tacto “aceitoso” do vapor condensado sobre o vidro.

1.3.- Temperatura :

- Cun termómetro dixital (por exemplo: o termopar dunha consola VTT) se comproba a diferente temperatura en diversas zonas da chama. Tamén é interesante medir a temperatura na base da chama (cera fundida) que, obviamente, é bastante máis baixa (arredor de 70 °C).
- Un papel (ou portaobxetos) colocado 2-3 s sobre a chama (final do pabilo) permite observar nel un cerco negro (hollín) e, no centro, unha substancia oleosa ó tacto (a cera condensada). A chama está quente de verdade nos bordes; no centro, a temperatura é algo máis baixa, e non detectamos alí os restos da combustión...

1.4.- Capilaridade: A cera fundida ascende polo pabilo e arde cando se converte en vapor.

- Comprobación da acción capilar mediante unha simulación con sal, alcohol e colorante alimentario.
- Acción da auga: 1 ou 2 pingas de auga sobre a cera fundida consiguen apagar a chama.
- Acción do carbón en pó: engadindo algo de carbón en pó (con axuda dunha espátula) sobre a base do pabilo e acendendo a vela, tamén se apaga.

1.5.- Luces e sombras: Proyección da sombra da vela acesa sobre unha pantalla (mellor nun ambiente con pouca luz) usando unha linterna potente para observar o que “se ve” e o “que non se ve”.

2.- Características do proceso de combustión.

2.1.- Cando se exprime unha casca de limón ou laranxa sobre a chama se orixinan pequenas “bolas de lume”: o líquido que desprende a casca (limoneno) é combustible.

2.2.- Os metais e a chama (1): rodeando con papel de aluminio a zona da chama, a vela arde peor (máis fume negro) ó ser máis difícil o acceso de osíxeno. Unha ranura en papel de Al que atravesa o pabilo tamén produce un interesante efecto na chama.

2.3.- Os metais e a chama (2): Unha grella metálica (colador para o leite por exemplo) sobre a chama permite comprobar cómo ésta non pode atravesalo; tamén cómo acender a chama ó outro lado, cómo obter fume negro ou cómo atrapar a chama entre 2 coladores... e entender o principio de funcionamento da lámpada de Davy.

3.- Os produtos da combustión

3.1.- Un matraz (ou tubo) invertido sobre a chama (na bandexa, auga con colorante alimentario e algunhas moedas para apoiar o Erlenmeyer e facilitar o paso da auga): a vela apágase e o nivel da auga dentro do matraz sube bastante. Aquí se presenta a típica discusión sobre por qué sube...

Variante: con auga de cal; ao axitar esta con unha varilla, se vai a enturbiar a causa do dióxido de carbono que se dissolve nela.

3.2.- Presencia de auga nos gases da combustión: Unha culleriña (ou vidro de reloxo, cápsula de Petri, embudo de cristal,...) fría sobre a chama permite detectar a auga de condensación.

3.3.- Test da auga de cal: mesturando os produtos da combustión da vela coa auga de cal (disolución saturada de hidróxido de calcio en auga), a disolución se enturbia pola precipitación de carbonato de calcio (formado na reacción entre o dióxido de carbono e o hidróxido de calcio).

Variante: Soplar (cunha palliña) na disolución de auga de cal para ver como se enturbia. Engadindo un indicador (fenolftaleína, por exemplo) se observa o cambio de cor cando se sopla suficiente tempo.

3.4.- Dúas (ou tres) velas e un misterio: Velas de diferente tamaño cubertas cun frasco de vidro; cal se apaga antes?

Variante: presenza dunha pranta acompañando á vela que arde. Tardará o mesmo tempo en apagarse? Cambia algo no experimento se se fai co sistema exposto á luz ou na escuridade?

3.5.- Un funil sobre a chama e un misto aceso no seu extremo: os gases da combustión apagan o misto.

4.- Miscelánea

4.1.- Efectos Ventouri – Coanda: Tratar de apagar a vela con ventilador e obxecto (redondo/cadrado) interposto.

Variante: soplar (cun contagotas, por exemplo) no lateral da chama; se alexa ou se acerca a cham á corrente de aire?

4.2.- Presencia de cargas eléctricas (ións) na chama: detección cun acendedor de cociña e placas metálicas. Abundan máis os ións positivos ou os negativos?

4.3.- Extintor de dióxido de carbono: con vinagre e bicarbonato se xenera dióxido de carbono que funciona como perfecto apagavelas.

4.4.- Un imán potente á beira da chama: diamagnetismo ou paramagnetismo na chama.

4.5.- Kit básico para a análise das características dunha lente (por exemplo, tratar de medir a súa distancia focal): vela acesa, lente e pantalla.

4.6.- Velas ardendo en microgravidade.

4.7.- Diseño e fabricación de velas: tipos de cera, grosor do pabalo,...

BIBLIOGRAFÍA:

1.- CANTOR, G., GOORDING D., JAMES FR.A.J.L., Faraday. Madrid: Alianza Editorial (1994)

2.- DÍAZ-HELLÍN, J.A. El gran cambio en la Física. Faraday. Madrid: Nivola (2001)

3.- ESTALELLA, J. Ciencia recreativa. Barcelona: Ajuntament de Barcelona(2008).

Accesible en: <http://www.librosmaravillosos.com/cienciarecreativa/index.html>

4.- FARADAY, M. La historia química de una vela (G. Rojas & J. Fernández, Trads.) Madrid: Nivola(2004). (Original publicado en 1861).

5.- PARRA CASTILLO, S. Faraday. La inducción electromagnética. National Geographic Magazine España (2017)

6.- PIMENTEL, G.C. Chemistry: an experimental science. San Francisco: W.H. Freeman and Company(1963) . Accesible en Internet Archive:

<https://ia802608.us.archive.org/29/items/chemistryexperim00chem/chemistryexperim00chem.pdf>

7.- TIT, T. La ciencia divertida. Editor: José J. Olañeta(2013). Accesible en:

<http://www.librosmaravillosos.com/lacienciadivertida/index.html>

8.- WALKER, J. The Physics and Chemistry Underlying the Infinite Charm of a Candle Flame(1978) <http://www.bashaar.org.il/files/2971.doc>

Páxina WEB:

<http://www.engineerguy.com/faraday/> (videos, guía de lectura, libro do profesor e libro con actividade para os alumnos)