Chemistry and Industry for Teachers in European Schools

HACIENDO VISIBLE LA QUÍMICA

La lata de raviolis. Introducción

Hans Joachim Bader

Traducción y adaptación llevada a cabo por:
IQS
Universitat Ramon Llull

Education and Culture

Socrates
Comenius

Project N. 129193-CP-1-2006-1-DE–COMENIUS–C21 v. 1.0 (2009-08-13)

CITIES (*Chemistry and Industry for Teachers in European Schools*) es un proyecto COMENIUS cuyo cometido es el desarrollo de materiales educativos que ayuden a los profesores a hacer sus clases más atractivas colocando la química en el context de la industría química y la vida cotidiana.

Forman parte del proyecto CITIES las instituciones siguientes:

- Goethe-Universität Frankfurt, Germany, http://www.chemiedidaktik.uni-frankfurt.de
- Czech Chemical Society, Prague, Czech Republic , http://www.csch.cz/
- Jagiellonian University, Kraków, Poland, http://www.chemia.uj.edu.pl/index_en.html
- Hochschule Fresenius, Idstein, Germany, http://www.fh-fresenius.de
- European Chemical Employers Group (ECEG), Brussels, Belgium, http://www.eceg.org
- Royal Society of Chemistry, London, United Kingdom , http://www.rsc.org/
- European Mine, Chemical and Energy Workers' Federation (EMCEF), Brussels, Belgium, http://www.emcef.org
- Nottingham Trent University, Nottingham, United Kingdom, http://www.ntu.ac.uk
- Gesellschaft Deutscher Chemiker GDCh, Frankfurt/Main, Germany, http://www.gdch.de
- Institut Químic de Sarriá (IQS), Universitat Ramon Llull, Barcelona, Spain, http://www.iqs.url.edu

Otras instituciones asociadas al proyecto CITIES son:

- Newcastle-under-Lyme School, Staffordshire, United Kingdom
- Masaryk Secondary School of Chemistry, Prague, Czech Republic
- Astyle linguistic competence, Vienna, Austria
- Charles University in Prague, Prague, Czech Republic

Este proyecto ha sido financiado con el apoyo de la Comisión Europea. Esta publicación solo refleja los puntos de vista de su/s autor/es, la Comisión Europea no puede ser considerada responsable de cualquier uso que pueda hacer con la información contenida en el mismo. El equipo CITIES advierte a cualquiera que use los materiales experimentales de CITIES, que debe conocer y respetar las medidas de seguridad adecuadas de acuerdo con una práctica profesional responsable y con las regulaciones nacionales y de su institución. CITIES no es responsable de los daños que puedan resultar de un uso incorrecto de los procedimientos descritos.

ORIENTACIÓN PEDAGÓGICA

Este módulo presenta un enfoque de aprendizaje por proyectos, es decir que se estructura a través de pequeños trabajos de investigación. El objetivo no es recopilar una selección de novedosos y elaborados experimentos para enseñar química, si no mostrar gracias a un producto alimentario común -raviolis enlatados- cuanta información es posible obtener de él empleando métodos químicos de análisis. Así pues, este enfoque hace especial hincapié en el valor educativo de los experimentos que realizan los alumnos.

En primer lugar, se presenta un objeto aparentemente corriente del que los estudiantes deben obtener información. A continuación se plantea la estrategia de investigación y se establecen los diferentes aspectos que serán estudiados desde un punto de vista químico. El orden en que se realizan los distintos experimentos debería seguir el orden habitual de cualquier proceso de investigación, lo que permitirá al alumno ir adquiriendo más conocimientos sobre el objeto estudiado.

Considerándolo globalmente, el proyecto *La lata de raviolis* es una propuesta transversal con experimentos que alientan a los alumnos a trabajar e interrelacionar conceptos de las diferentes áreas de enseñanza de la química, conceptos que no pueden ser considerados simultáneamente en las clases normales del curso por su dificultad. Es decir, si el profesor no quiere limitarse a justificar fenómenos químicos, debería asegurarse de que sus alumnos tengan nociones básicas sobre metales, electrólisis, tipos de enlaces de la materia orgánica -enlaces simples y dobles-, carbohidratos, proteínas y grasas antes de comenzar. Por tanto, es recomendable realizar este proyecto hacia final de curso con alumnos del último año de la enseñanza secundaria, alumnos que ya hayan asimilado los contenidos básicos del curso y que estén dispuestos a estudiarlos más profundamente con la ayuda de un ejemplo práctico.

Además, el tema es suficientemente abierto como para permitir incursiones en otros campos: desde la discusión sobre si es útil reciclar el metal de la lata, pasando por el estudio de una dieta equilibrada hasta plantear si los aditivos alimentarios son o no nocivos para la salud.

LA LATA DE RAVIOLIS

Lo primero que puede observarse en una lata de raviolis es su llamativa etiqueta impresa en papel. Cuando ésta es retirada queda visible la lata metálica que los contiene y de la que puede determinarse su composición. En este punto, se debe plantear una primera cuestión: ¿Por qué es necesario envasar los raviolis en salsa de una manera tan compleja y cara? La respuesta debería ser evidente al considerar las diferentes maneras de conservar alimentos que se conocen.

A continuación, se abre la lata y se pueden ver los raviolis, que a su vez son un *envase* de la carne que hay en su interior -en este documento no se consideran los raviolis rellenos de verdura-.

Por último, al considerar la salsa deberían aparecer preguntas sobre su composición, que llevarán a estudiar los pigmentos que le confieren su característico color y los aditivos -especialmente los agentes espesantes- que le proporcionan esa textura y consistencia.

Así pues, las distintas áreas de investigación del proyecto *La lata de raviolis* son las siguientes:

- Envase:
  - (1) La etiqueta de papel
  - (2) La lata metálica
  - (3) La conservación de alimentos
- Contenido:
  - (4) La pasta del ravioli
  - (5) La carne del relleno
  - (6) La salsa y sus componentes

La etiqueta de papel

En primer lugar, las etiquetas de papel enganchadas a las latas pretenden dar información al consumidor sobre su contenido. En segundo lugar, son un elemento de marketing y, por tanto, su diseño sigue criterios de psicología humana para promocionar la venta del producto.

Los experimentos de determinación de las tintas empleadas en la impresión de las etiquetas son demasiado complejos y quedan fuera del alcance de este proyecto. No obstante, sí que se realizarán experimentos que sirvan para estudiar el tipo de papel que constituye las etiquetas. Por ejemplo, se detectará la presencia de almidón -un aditivo muy habitual para enganchar la etiqueta- y se analizará la presencia de azúcares reductores -previa hidrólisis de la celulosa-.

Posibles ampliaciones del estudio de las etiquetas -no consideradas en profundidad en este proyecto- podrían ser la producción de papel a partir de

celulosa o de papel usado [1,2] o, más simple aún, el blanqueo de la celulosa [3].

La lata metálica

Las latas se hacen de hojalata para evitar que se oxiden y puedan alterar el alimento que contienen. La hojalata es una plancha de hierro con una fina lámina de estaño recubriéndola. Hoy en día este material se fabrica por electrólisis, pero hace años se obtenía sumergiendo la plancha de hierro en un baño de estaño fundido, lo que no permitía obtener un material de grosor uniforme y consumía demasiado estaño, que es un metal raro, escaso y caro. Así mismo, la cara interior de la lata se recubre con una laca especial para evitar que el metal provoque alteraciones en el gusto del alimento envasado: en las latas de los raviolis con salsa la capa de protección es fácilmente visible.

Para estudiar la lata el primer paso es estudiar su composición, es decir, determinar la presencia de hierro y estaño como constituyentes del material del envase. Incluso es posible demostrar el efecto preventivo de la lámina de estaño contra la corrosión mediante un espectacular experimento. Para acabar de redondear este primer punto se puede llevar a cabo algún ejemplo de experimento de galvanización, que son muy numerosos en la bibliografía educativa -por ejemplo en [4]-.

Otro aspecto a estudiar es el recubrimiento interno de la lata: haciendo reaccionar químicamente los metales que la componen, el barniz permanece inalterado y puede confirmarse su presencia porque se desprende como un molde muy fino de la lata.

Por último, hay que considerar el diseño de la lata misma: ¿qué forma y dimensiones debe tener el recipiente para contener hasta 880 mL y emplear la mínima cantidad posible de hojalata? Se trata de un rompecabezas matemático que pretende establecer que el cilindro es la forma más adecuada y, a continuación, que debe permitir calcular la altura y el diámetro correspondientes mediante una simple fórmula matemática. Sin embargo, el cilindro no tiene las bases del mismo diámetro: una de las bases es ligeramente mayor que la otra para facilitar el almacenado de las latas por apilamiento.

En conjunto, se trata de que los alumnos puedan llegar a entrever la cantidad de conocimientos que hay tras un objeto tan trivial y tan común en sus vidas diarias como una lata.

La conservación de los alimentos

Aunque este sistema de conservación alarga enormemente el tiempo de conservación de los alimentos, provoca que se pierda un poco el sabor con el paso del tiempo: un pequeño inconveniente frente a un beneficio innegable.

Para conservar los alimentos en latas lo primero que hay que asegurar es que los envases en sí duren suficiente tiempo en condiciones aceptables, lo que hoy en día se logra fácilmente mediante el proceso de fabricación por electrólisis.

Antes de envasar los alimentos en el interior de estos recipientes -y de cualquier otro- deben esterilizarse: hay que evitar a toda costa cualquier contaminación con gérmenes o bacterias que pudieran causar, en último término, problemas de salud pública. Actualmente el sistema más habitual para esterilizar es el autoclave, que trata los envases de hojalata con vapor de agua a presión y por encima de 100ºC.

Posteriormente, se introducen los alimentos en el envase y se sella herméticamente para evitar que entren microorganismos del exterior o que se vierta su contenido.

Finalmente, se engancha en exterior de la lata una etiqueta impresa con información diversa, entre la que cabe destacar la fecha de caducidad, que es muy anterior a la fecha real en la que está previsto el deterioro de los alimentos.

Puede acabarse de redondear este punto del proyecto considerando las distintas alternativas que existen para conservar los alimentos. Para disponer de una pequeña colección de métodos consultar [6].

La pasta del ravioli

En Europa la pasta se hace fundamentalmente con harina de trigo o de maíz blanco, por tanto, su principal componente es almidón -sólo el 10 o 15% de la harina corresponde a proteínas-. Primero se mezcla la harina con agua y huevo -o huevo en polvo si conviene- hasta que se forma una masa: en realidad se ha dispersado el agua en la harina gracias a las proteínas adhesivas del huevo y al esfuerzo de amasar. A continuación se pone la masa en moldes y se deja secar para que adopte la forma deseada.

Los experimentos propuestos pretenden detectar la presencia de almidón en la pasta del ravioli. Para realizar estos experimentos deberán separarse unas cuantas unidades de pasta, sacarles la carne y lavarlas a consciencia. Una vez estén limpios es más fácil detectar el almidón de los raviolis: la salsa también tiene almidón que proviene del que se ha disuelto de la pasta durante la cocción y del que se añade a la propia salsa para darle consistencia y, por tanto, podría dar problemas.

El primer experimento es tan sencillo como hervir un pedazo de la pasta en agua durante unos breves instantes, añadir unas gotas de una solución de reactivo de Molisch y un poco de ácido sulfúrico. Si había almidón en la pasta, el agua con la que se ha hervido debería tornarse azul.

El segundo experimento consiste en verificar que no hay azúcares reductores en la pasta -cruda o cocida- mediante el reactivo de Fehling. Únicamente tras hidrolizar -romper- el almidón con ácido éstos pueden detectarse.

En la bibliografía referida [7] pueden hallarse más experimentos para analizar harina de trigo u otros ingredientes de la pasta.

La carne del relleno

El relleno de los raviolis suele ser de carne, si bien hoy en día están apareciendo multitud de variantes de pasta fresca con rellenos muy variopintos.

La carne es una de las principales fuentes de proteínas en cualquier dieta y es importante que los alumnos lo sepan. Pero también lo es que conozcan que también contiene grasas -en mayor o en menor grado, dependiendo de la procedencia de la carne-. Aprovechando que hoy en día se sabe que el abuso de ciertos tipos de grasas provoca problemas de salud y que existe un interés general por saber cuanta grasa contienen los alimentos se puede acabar de completar la propuesta de este proyecto con alguna reflexión sobre este tema: tipos de grasas, cantidad diaria recomendada, etc.

Para estudiar los diferentes tipos de carne que se emplean en el relleno de la pasta, se tomarán raviolis de diferentes marcas comerciales. Para obtener su relleno y analizarlo sólo hace falta abrir los raviolis y retirar la carne del interior de la pasta. Las proteínas presentes en la carne se pueden detectar directamente, sin más, de manera muy sencilla, o bien mediante reacciones xantoproteicas, o bien gracias al reactivo de Biuret.

Para el estudio del contenido en grasas hay que dejar secar la carne durante todo un día sobre pentaóxido de fósforo -o cualquier otro agente secante- en un desecador. Mejor evitar secarla en las campanas de extracción del laboratorio porque la carne enseguida hace muy mal olor. El contenido en grasas del relleno, se determina extrayendo la grasa de la carne con éter de petróleo: para el relleno de los raviolis debería ser de alrededor del 25%. Además, se puede determinar la presencia de grasas insaturadas sobre este mismo extracto empleando una solución de bromo.

La salsa y sus componentes

Los raviolis en salsa deben su sabor tan típico y característico a la salsa, que está hecha fundamentalmente de tomates -de ahí su color rojo- y de especias. En algunas salsas también se añaden potenciadotes del sabor como el glutamato monosódico -E651-, que mejora el sabor de los alimentos salados sin añadir ningún sabor concreto [9]. Pero además, para acabar de perfilar el sabor de la salsa, se le suele añadir azúcar, sal y almidón, que contribuye a darle consistencia -sino parecería una sopa-.

Estos tres aditivos pueden ser detectados químicamente de manera muy simple: el almidón puede determinarse directamente sobre la salsa empleando solución de yodo/yoduro de potasio. Para los otros dos hay que filtrar la salsa de tomate a través de algodón: con una parte del filtrado se detecta la presencia de azúcar

gracias a la solución de Fehling, con la otra parte del filtrado se confirma la presencia del cloruro de la sal.

¿Pero y el color? ¿De dónde viene? Los tomates, como muchos vegetales, contienen multitud de pigmentos -algunos de los cuales pertenecen a la familia de los carotenos- en concentraciones distintas según la especie de tomate que se considere [8]. En la mayoría de las especies los pigmentos más habituales son el fitoeno y el licopeno, cuyas estructuras químicas difieren significativamente de la estructura del β-caroteno -muy abundante en la variedad de tomate *High Beta*- y que también se halla en las zanahorias.

	β-caroteno	Fitoeno	Licopeno
Campbell	1,4	24,4	43,8
High Beta	35,6	32,5	0
Jubilee	0	68,6	5,1

Tabla 1: Selección de carotenos de tres especies de tomate y su contenido en ppm [8].

La similitud estructural y química entre los diferentes pigmentos es notoria, como puede observarse en la figura 1. Pero lo que resulta realmente interesante es comparar las estructuras de los pigmentos presentes en los tomates con la estructura de la capsantina, que es el pigmento más importante de los pimientos rojos: presenta un esqueleto molecular muy similar pero con grupos funcionales de gran polaridad, especialmente los dos alcoholes.

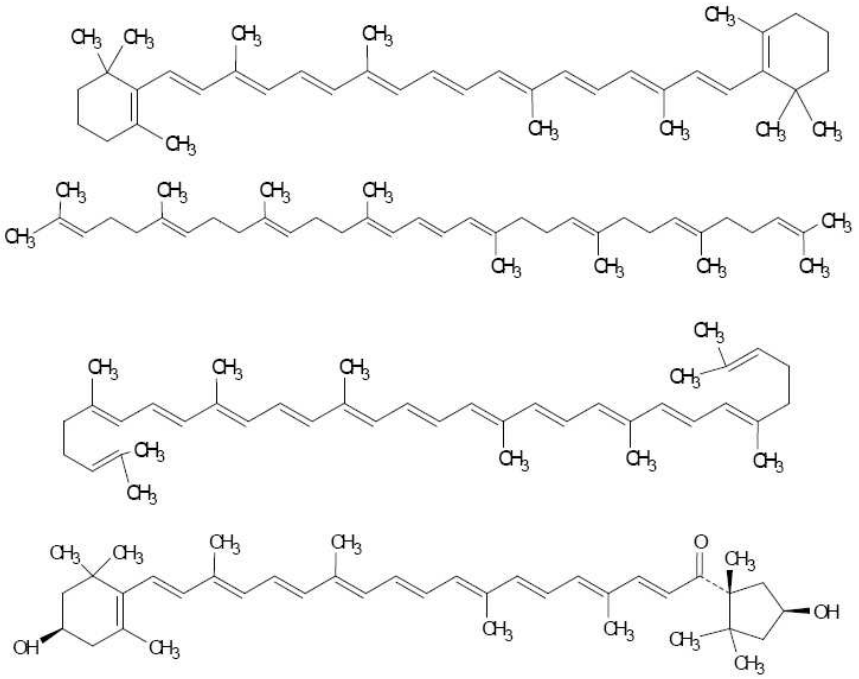

Figura 1: Fórmula estructural de β-caroteno, fitoeno, licopeno y capsantina

Una de las prácticas propuestas pretende, mediante cromatografía de capa fina, identificar y comparar los diferentes pigmentos presentes en los extractos -con éter de petróleo- de la salsa de tomate, del zumo de zanahoria y del pimentón

rojo en polvo. Al eluir los diferentes extractos puede observarse que los de tomate y zanahoria presentan manchas rojo-anaranjadas a idénticos Rf, mientras que el de pimentón muestra una mancha roja adicional mucho más intensa a un Rf mucho menor. Las primeras manchas -rojo-anaranjadas- corresponden, probablemente, al pigmento β-caroteno, mientras que la mancha adicional del pimentón debe corresponder a la capsantina.

Puede ampliarse esta área del proyecto si se aprovecha para estudiar las especias: existen multitud de experimentos a la sazón [10], como por ejemplo el aislamiento de los aromas del pimentón o del aceite de comino.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Baierl, M. und Pfeifer, P.: Von der Cellulose zum Papier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 17.

[2] Laier, B.: Papier machen aus Altpapier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 38.

[3] Wöhrle, F. et. al.: Rund um´s Papier, NiU (Chemie) 6/29 (1995) 26.

[4] Haupt, P.: Das Galvanisieren, in: Glöckner, W., Jansen, W. Und Weissenhorn, R. G.: Handbuch der Experimentellen Chemie, Band 6: Elektrochemie, Aulis, Köln 1994, S. 318.

[5] Beattie, O., Geiger, J.: Der eisige Schlaf. Piper, München 1992.

[6] Seabert, H., Wöhrmann, H.: Experimente zu historischen Konservierungsverfahren. In: NiU-Chemie 4 (1993), Nr. 19, S. 36.

[7] Glöckner, W., Jansen, W. und Weissenhorn, R. G.(Hrsg.): Handbuch der Experimentellen Chemie, Band 12: Kunststoffe, Recycling, Alltagschemie, Aulis, Köln 1997, S. 167.

[8] Lebensmittelchemische Gesellschaft der GDCh (Hrsg.): Schulversuche mit Lebensmittel-Zusatzstoffen. Behr, Hamburg 1990, S. 97.

[9] Belitz, H.-D., Grosch, W.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer Berlin 1987, S. 196.

[10] Sallatsch, I.: Pfeffer als Beispiel für die Betrachtung von Gewürzen. NiU (PC) 31, 1983, 164.

Traducción y adaptación realizada por:

Iñaki Galve,
Jordi Cuadros,
Merche Manresa,

a partir de la traducción inglesa del documento original en alemán, en Barcelona en el mes de junio de 2009.

Esta obra está bajo una licencia Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas 3.0 España de Creative Commons. Para ver una copia de esta licencia, visite http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/ o envie una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, USA.