

DE LA TINTA CHINA AL TÓNER. EVOLUCIÓN DE UNA TÉCNICA ANCESTRAL: LA FABRICACIÓN DEL 'NEGRO DE HUMO'

INTRODUCCION

“...La tinta, cuanto más negra fuere, será mejor... Cuando no quiere correr la tinta, que acaesce o por ser muy vieja o por tener sobrada goma, algunos echan vinagre o vino tinto, movidos y aún engañados por la similitud del color. Si fuera hecha de vino blanco, hallo yo que es bueno remedialla con el mismo, echando la cantidad que vieren ser necesaria hasta correr a voluntad del Escribano. Y si fuere hecha de agua, echársela ha un poco de lexía clara. Y cuando aconteciere ser la tinta muy clara, de suerte que se borre la letra o se suma el papel o pergamino, ponerle ha unos granos de goma arábica o un poco de alumbre molido, o todo junto, hasta que se pare buena”.

Así indicaba el vizcaíno Juan de Yciar (1522 ó 1523 - ¿?) en 1548, cómo se debía tratar la tinta para que no se formasen borrones, para que su punto de fluidez fuera el adecuado, y para que su color y textura resultasen los ideales [Yciar, 1548; Mut, 1992, p. 105].

Han llegado hasta nosotros papiros escritos en tinta negra de unos 4.500 años de antigüedad. En una época en la que no existían los bolígrafos, los rotuladores ni los cartuchos de impresora, que una sustancia haya permanecido en perfecto estado durante tanto tiempo, sugiere numerosos interrogantes. ¿Cuál era la composición química de una materia capaz de perdurar durante siglos en perfectas condiciones? ¿Qué papel tenía el "vino blanco"? ¿Cómo se conseguía la tinta adecuada para cada utilidad? ¿Cuándo se empezó a fabricar a escala industrial? ¿En qué han cambiado los procesos de fabricación milenarios hasta llegar a los cartuchos de nuestras impresoras láser?

¹Hoy en día sabemos que el hollín está formado por partículas extremadamente pequeñas de carbón puro (entre 10 y 500 nm), originadas por la combustión controlada de un hidrocarburo. Se utiliza en la fabricación de ciertas clases de cauchos y plásticos, betún para los zapatos, tinta de imprenta, como aditivo del caucho para hacerlo más resistente a la abrasión, como agente de revestimientos, como conductor eléctrico, para la manufactura de celdas secas, como pigmento, en la composición de los fuegos artificiales, como papel de calco, como absorbedor de luz ultravioleta, o como agente reforzador de plásticos. Su aspecto es pulverulento, y es insoluble en cualquier disolvente. Puede causar explosiones, y como propiedades tóxicas, puede producir conjuntivitis, hipoplasia corneal, eczema, bronquitis, etc. Para manejarlo, es imprescindible utilizar gafas de seguridad y un cartucho químico de respiración. En el caso de contacto con los ojos, éstos se deben limpiar inmediatamente con agua corriente [Hartmann-Petersen / Pigford, 1991, p. 235; Toxic, 1978, pp. 106-107].



Inés Pellón



Luis Ángel
García
Castresana



Aingeru Basterretxea

ETS de Náutica y Máquinas Navales,
Universidad del País Vasco, M^º Díaz
de Haro, 68. 48920.Portugalete,
Bizkaia. E-mail: iappegoi@lg.ehu.es

En este trabajo contestaremos a éstas y a otras preguntas, y mostraremos los diferentes métodos empleados a lo largo de los siglos para obtener la tan preciada tinta negra. Lamentablemente, la falta de espacio nos impide detenernos en otros aspectos de este tema no menos interesantes, como son la fabricación de tintas de colores, simpática (invisible o diplomática), corrosiva, blanca para escribir sobre negro, o las tintas de oro y plata, entre otras.

Para elaborar este artículo se han consultado numerosos textos originales, que se detallan en el apartado de "Fuentes", y nos han servido de guía los excelentes trabajos

realizados por Cárcel Ortí / Trenchs (1979), Gutiérrez-Zorrilla / Román Polo (2003), Hartmann-Petersen / Pigford (1991), López Pérez (2004), Mut Calafell (1986, 1989 y 1992), Puche Riart (2004), Sistach (1988), Snyder (2003), y Zerdoun (1983) entre otros. Hemos aplicado la metodología adecuada en el área de la historia de la Ciencia, y para el tratamiento de las fuentes orales propias del siglo XX, hemos consultado las publicaciones recopiladas en el trabajo de García Castresana / Pellón (2004).

LOS INICIOS

Hay constancia del uso de la tinta desde los tiempos de la antigua China y del Egipto de los faraones, donde se encuentran las primeras señales de su uso en el año 2.500 a. C. La persistencia de la tinta egipcia es tal que todavía hoy se encuentran papiros que, a pesar de haber sido escritos hace varios siglos, presentan un color negro de gran intensidad. Su principal componente era el hollín o negro de humo¹, que formaba parte

de una especie de barniz que se aplicaba con una varilla de bambú sobre un tejido de seda.

Este tipo de tinta se denomina "tinta china" o "tinta de carbono", y está formada por una suspensión de un pigmento negro (negro de humo) en un aglutinante, aunque a veces se les añadía algún otro aditivo para variar su color, olor, textura o grado de acidez. Los aglutinantes podían ser glúcidos (gomas de árboles o miel), lípidos (aceites) o proteínas (huevo, gelatina o cola animal), aunque el más empleado era la goma arábiga. Este producto se obtiene a partir del árbol denominado *Acacia Senegal* o *Acacia verek*, y una de sus principales propiedades es su gran capacidad higroscópica. Este hecho evita que la tinta se reseque, y le proporciona la viscosidad idónea para que la suspensión coloidal que es este producto se encuentre en las mejores condiciones para la escritura [Mut, 1992, p. 116].

En la Europa del siglo tercero antes de Cristo se preparaba la tinta con el hollín producido al quemar laca y carbón vegetal, obtenido fundamentalmente a partir de leña de abeto. Esta "tinta china" se vendía en barras, y se disolvía en agua para su utilización. Más tarde se empleó en su fabricación el negro de humo obtenido al carbonizar distintas sustancias de origen vegetal o animal. Se consideraba que el mejor hollín para la tinta era el que provenía de la combustión del aceite de las semillas de la planta *Dryanda cordata* y de las semillas de linaza. Mezclado con cola, se perfumaba con alcanfor y almizcle para dar a la tinta un olor agradable.

Según Marcus Vitruvio Pollio, ingeniero-arquitecto que desarrolló su actividad durante la época de los emperadores romanos César y Augusto, el negro de humo se obtenía por la combustión de resina en hornos especiales. El historiador Cayo Plinio indica, en su *Historia Natural*, que se empleaba el hollín de hornos y estufas de los baños, así como la carbonización de levaduras de vino de marfil. El hollín se trituraba con goma para poderlo utilizar con mayor facilidad.

Pero la curiosidad de los científicos le llevó muy pronto a descubrir algún procedimiento que mejorase la fórmula de la tinta para escribir, y se inventaron las denominadas tintas "metalo-gálicas"³. Están formadas por una mezcla de sustancias extraídas de los taninos vegetales, por una sal metálica -mayoritariamente un sulfato de hierro o de cobre-, y por un aglutinante, como la goma arábiga. Más, ¿cuál era el mecanismo químico que generaba el producto que competiría con la tinta china?

² Cayo Plinio Segundo nació en Como en el año 23 después de Cristo y murió en Estabias, en la bahía de Nápoles, durante la erupción del Vesubio del año 79. Su pasión por la lectura y por el estudio, así como una ajetreada biografía en la carrera militar y en la administración, le proporcionaron la información necesaria para elaborar una monumental obra, titulada *Historia Natural*. Formada por 37 libros, es la primera enciclopedia de la naturaleza concebida como tal, que abarca la descripción del universo y del mundo, el hombre, los reinos animal y vegetal y la farmacopea de ellos derivada, y el reino mineral. También incluye disertaciones sobre aspectos de la organización social o de la actividad humana.

³ El ácido gálico es el ácido 3,4,5-trihidroxibenzoico, $\text{HOOC-C}_6\text{H}_2(\text{OH})_3$. Se encuentra en pequeñas cantidades en el té y en numerosos vegetales. Según Botti (2004), el ácido gálico reacciona con el sulfato de hierro(II) para formar galato de hierro(II) (incoloro, soluble en agua), que es oxidado por el oxígeno del aire para formar pirogalato de hierro(III), un complejo de intenso color negro insoluble en agua.

⁴ M. Chaptal, *Annales de Chimie* **70** (1809), p. 22; H. Davy, *Philosophical Transactions of the Royal Society* **105** (1815), p. 97.

De los tipos de taninos que existen, son los denominados hidrolizables los que se utilizaban para fabricar tinta negra, concretamente el ácido gálico. Éste se obtiene a partir de una excrecencia vegetal denominada "agallas" o "nuez de agallas", que se forma en la corteza de algunos árboles, como la encina, el roble o el alcornoque. Se someten las agallas a maceración o cocción en agua, cerveza o vino -de ahí la cita del vino blanco de Yciar- para extraer los taninos del vegetal, cuya hidrólisis genera ácido gálico o sus derivados, azúcares y algunos compuestos fenólicos. Al unirse el ácido gálico con el sulfato de hierro(II) se forma un complejo ferro-gálico (el galato de hierro(II)), más ácido sulfúrico. Cuando el complejo se oxida y el hierro pasa al estado de oxidación +3, la disolución adquiere un color negro-azulado. La intensidad del color negro está determinada por el porcentaje de cada componente en la reacción. Cuanto más ácido sulfúrico haya, más intenso será el color negro, pero más corrosiva será la tinta [Botti, 2004; Sistach, 1988, pp. 303-305; Zerdoun, 1983, pp. 17 y 153].

La primera cita escrita en la que aparece el empleo de las agallas mezcladas con los otros dos componentes básicos para obtener tinta es del siglo III aproximadamente, en el denominado "Papiro V de Leyde". También son citadas por el médico Marcellus Empiricus en su obra *De medicamentis liber* (finales del siglo IV o principios del V), pero su empleo no se generalizará en Europa hasta el siglo XIII [Zerdoun, 1983, pp. 92, 146, y 224]. Así, hasta dicho siglo XIII, predominaron en Europa las tintas fabricadas con negro de humo. El análisis que realizaron Johanns Joachim Winckelmann (1717-1768) (publicado en 1762), Jean Antoine Chaptal (1756-1832) y Humphry Davy (1778-1829)⁴ de los escritos encontrados en Herculano, les mostró que la tinta que se empleaba en ellos también contenía negro de humo y estaba exenta de hierro, por lo que pertenecía al primer tipo de tinta descrito (tinta china).

Además de estos dos tipos fundamentales de tintas, también existían las llamadas "tintas mixtas", que estaban formadas por tintas de carbón a las que se añadían derivados tánicos o sales metálicas, y las "tintas incompletas", denominadas así porque les faltaba alguno de los ingredientes básicos. También se conoce la existencia de tintas elaboradas con materias curiosas, como las obtenidas a partir del negro de las sepias, que citan los escritores Aulio Persio (siglo I), Decio Ausonio (siglo IV), o Plinio en su *Historia Natural* (Libro XXXV, p. 41). Existen recetas de tintas metalo-gálicas en las que el agua empleada era agua de mar en lugar de agua

dulce, como las citadas por Ibn Badis en 1025, o por Albinat de Canal, notario de Pollença (Mallorca) en 1382. Una variedad de esta técnica consistió en añadir sal al agua dulce, como muestra en una receta metalogámica un calígrafo del siglo X llamado Ibn Muqla, en la receta anónima de tinta mixta que aparece en un texto turco del siglo XVI, y en una fórmula de tinta de carbono recopilada por el cadí Ibn Mir Munshi, nacido cerca de Teherán entre los siglos XVI y XVII. Esta tinta estaba formada por "negro de humo, goma arábica, azúcar y azúcar cande⁵, sal, agua de rosas y hiel de vaca" [Mut, 1992, pp. 120 y 138].

Antes de la aparición de la imprenta, resultaba imprescindible poder obtener una tinta de calidad con la que perpetuar todos los textos. Por ello, en la Edad Media se escribieron varios tratados que explicaban de forma rigurosa su fabricación, entre los que destaca una obra de Teófilo titulada *Schedula diversarum artium*. En el libro primero se indica que hay que mezclar el extracto de la corteza del leño espinoso con vino, se concentra y se mezcla con lo que el autor denomina "atramentum". Esta sustancia es el sulfato de hierro o de cobre, también denominados "chalchantum", caparrosa o vitriolo. Este último nombre hace referencia al aspecto de cristales machacados que tienen los sulfatos, y proviene del vocablo latino "vitrum", cristal, transformado en el bajo latín en "vitriolum". Según la naturaleza del metal que los forma, su estado de oxidación y el grado de hidratación, los sulfatos presentan una amplia gama de colores: el sulfato de hierro(III) es naranja, el de cinc, blanco, el de cobre, azulado, el de hierro(II), verde, etc. [Mut, 1992, p. 116]. Por eso en los textos antiguos se habla de "caparrosa verde" o "vitriolo azul", entre otros.

Todas las recetas que se conocen para fabricar tintas metalogámicas son muy similares, y tienen el mismo fundamento teórico, como lo demuestran una fórmula anónima de 1412, o la que evidencia el sistema empleado por los religiosos Agustinos de Munich, descrita en la obra titulada *Liber iluministarum*, aproximadamente del año 1500.

En el siglo XVI, Italia se convirtió en el principal centro cultural que poseía los mejores calígrafos y fabricantes de tintas y otros utensilios para escribir. Allí destacaron varios médicos, como Jerónimo Cardano (1501-1576), autor de las obras *De subtilitate* y *De rerum varietate*. En ellas realiza numerosas observaciones sobre la composición, cualidades y aplicaciones de las tintas, además de reflejar los diferentes utensilios empleados para escribir. Johann Jacob Wecker (1528-1586), quien escribía bajo los seudónimos de Alexis of Piedmont y Alessio Piedmontese, explica diferentes fórmulas para hacer tintas negras, coloreadas y doradas en su texto *De secretis libri septem* (1603). El médico veneciano Pietro María Caneparius (Siglo XVII) escribió una importante obra sobre la tinta, titulada *De atramentis*

cujuscumque generis... (Londres, 1660). En ella describe el origen de las distintas clases de tinta, del negro de imprenta y de muchas recetas para la obtención de tintas de tanato de hierro, citando el proverbio [Mut, 1992, p. 112]: "Una, due, tre e trenta, a far la buona tinta". Este dicho resume las proporciones de una fórmula magistral para obtener la mejor tinta metalogámica entonces conocida: 1 parte de goma arábica, 2 partes de vitriolo, 3 de agallas y 30 partes de agua. También reproduce unos versos en latín que reflejan que, para preparar tinta, se emplean un cuarto de onza de vitriolo, media de goma y una de agallas; se añaden ocho de vino, se deja macerar tres días agitando a menudo, se cuele la mezcla y se guarda.

La imprenta

El siglo XV contempló el perfeccionamiento de la técnica del grabado artístico con buril sobre madera. Este hecho sugirió una idea revolucionaria: Elaborar caracteres independientes para las letras del alfabeto latino. Se denominaron caracteres de imprenta o *tipos*, y presentaban las ventajas de que se podían enlazar entre sí para formar palabras y frases, y además, utilizarlos sucesivas veces. Fueron inventados por el neerlandés Laurens Coster (1370-1439), quien los fabricó de madera y los empleó para imprimir una especie de prototipo: un libro de ocho páginas.

Johannes Gutenberg (1397-1468) mejoró esta técnica al sustituir los tipos de madera por otros elaborados de metal. Sistematizó el proceso de impresión tipográfica, y así se inició la reproducción de la escritura a gran escala. Comenzó sus experimentos en Estrasburgo hacia 1436, y asociado con los impresores Johann Fust (1400-1466) y Peter Schöffer (1425-1502) desde 1450 hasta 1455, editaron varias obras. Desde que se inventó la imprenta hasta principios del siglo XVI se imprimieron varios textos, que se conocen como "incunables".

El invento de Gutenberg se difundió, y contribuyó de forma decisiva a la rapidez de la propagación de los conocimientos de todo tipo, incluidos los científicos y técnicos. Con el devenir de los años, la imprenta se perfeccionó con el grabado en dulce, el aguafuerte, la litografía, el fotograbado, el offset, el huecograbado o la serigrafía.

Pero antes de que se generalizase la utilización del maravilloso invento de la imprenta, la profesión de calígrafo era una de las más valoradas. Además, parece que ser natural de Vizcaya era un mérito añadido, ya que el mismo Cervantes cita en el *Quijote*: "Sabiendo leer y escribir con la añadidura de vizcaíno, podéis ser Secretario del mismo Emperador" [Alonso García, 1953].

Uno de los "escriptores de libros" más famoso de esta época fue el ya citado Juan de Yciar Vizcaíno. Natural de la "muy noble y leal villa de Tavira de Durango (Vizcaya)", poco se sabe de su infancia y de sus orígenes familiares. Según diferentes historiadores citados por Alonso García [1953], podría haber nacido entre 1521 y 1525. En su primera juventud viajó por Italia,

⁵ El azúcar cande está formada por cristales de azúcar obtenidos por cristalización de soluciones concentradas de azúcar crudo sobre hebras de hilo durante varios días. Se puede colorear añadiéndole colorantes.

país en el que adquirió su formación y en el que adoptó el gusto renacentista por la caligrafía. Trabajó con el grabador Juan de Vingles y con el tipógrafo Bartolomé de Nájera.

Vivió en Zaragoza al menos entre 1547 y 1552, donde publicó sus tres obras conocidas [Yciar, 1548, 1549 y 1552]. De la primera se hicieron varias ediciones [1553, 1555 y 1566], y en ella, se observa que la preocupación pedagógica del autor es constante. La receta para obtener tinta negra se encuentra en el capítulo titulado "De los instrumentos necesarios al buen escribano". El texto se completa con la "Recepta de tinta para papel", "Recepta de tinta para pergamino", "Recepta para bermellon", "Recepta para hazer tornasol", "Recepta para hazer verde lirio", "Recepta para hazer agua gomada: y para destemplar la clara del hueuo", "Recepta para hazer roseta", "Recepta para preparar la glasa". Sus dos tipos de tinta se obtienen a partir de agallas, es decir, son del tipo metalo-gálicas, si bien el procedimiento de preparación es ligeramente diferente. Yciar residió en Logroño a partir de 1573, y, con más de 50 años de edad, fue ordenado sacerdote. De momento se desconoce la fecha y el lugar de su fallecimiento [García Morales, 1973, pp. 13-16]. En la **Figura 1** se recoge el retrato o autorretrato de Yciar, así como la portada de su obra de 1548.



Figura 1: En la figura 1 se recoge el retrato o autorretrato de Yciar, así como la portada de su obra (1548), según el grabado que aparece en dicho texto. Es una xilografía de 156x107 mm, con una inscripción que forma un recuadro en la que se puede leer: "IOANNES DE YCIAR AETATIS SVE ANNO XXV". Podría indicar que el autor tenía 25 años de edad en 1548. En el volante de su hombro izquierdo también se puede apreciar, camuflado, el monograma I D V. Quizás sean las siglas de Jean De Vingles, que fue el grabador del libro.

UNA TÉCNICA CONSOLIDADA: LA FABRICACIÓN DE TINTA DURANTE LOS SIGLOS XVII, XVIII Y XIX

En el siglo XVII europeo comienza una etapa contradictoria: Por un lado, los numerosos conflictos bélicos y religiosos paralizaron el progreso de la civilización, pero por otro, comenzó la explotación de las extraordinarias riquezas naturales del Nuevo Mundo. Europa contempla con asombro la entrada del azúcar, el tabaco, el café, el chocolate o los cacahuetes, así como frutas,

verduras y plantas hasta entonces desconocidas. Se produce entonces un importante cambio en las costumbres de los europeos, y, un poco más tarde, una profunda revolución científica en las principales ciencias macroscópicas como la astronomía o la física.

La técnica de fabricación de tintas metalo-gálicas fue tratada por varios científicos de esta época, entre los que destaca el científico inglés Robert Boyle (1627-1691). En sus obras *Some considerations touching the usefulness of experimental Natural Philosophy* (1663), y *Experiments and considerations touching colours* (1663), trata de explicar las reacciones que se producen en la obtención de tintas tánicas.

El siglo XVIII contempló el auge de las ciencias y las técnicas, en el proceso denominado "Ilustración" o "Siglo de las Luces". Respecto de la química de la tinta, sobre todo de la metalo-gálica, tienen especial importancia las investigaciones del médico inglés William Lewis (1714-1781), publicadas en la obra *Commercium philosophico-technicum or the philosophical commerce of art* (1763). En 1792, Ribancourt, apoyándose en los trabajos de Lewis, recomendaba aumentar la intensidad del negro añadiendo a la mezcla algo de sulfato de cobre(II). Como disolvente, se podría utilizar agua en vez de otros líquidos, como vino, cerveza o vinagre. Aunque no se conocía el mecanismo exacto de la formación del color negro como se sabe hoy en día [Botti, 2004], la fabricación de la tinta seguía un procedimiento impecable. Gracias a las aportaciones de Lavoisier y otros importantes químicos europeos, en el último tercio del siglo XVIII la química se estableció al mismo nivel que las demás disciplinas, como las matemáticas, la astronomía o la física.

En el siglo XIX, desde 1831 hasta 1837, el Gobierno francés se interesó en la obtención de una tinta que fuera indeleble, y creó diferentes comisiones que estudiaran este tema. Las investigaciones de Gay-Lussac, Dulong, Thenard y Chevreul llevaron a la conclusión de que la tinta indeleble era una mezcla de tinta china formada con negro de humo, ácido clorhídrico diluido o una solución de acetato de manganeso(II), y posterior tratamiento con vapores de amoníaco. Este procedimiento funcionó a la perfección hasta que se inventó un nuevo papel, que se encolaba con almidón y resina, y al que la tinta tradicional, de carácter ácido, no se adhería bien. Se realizaron nuevas investigaciones para obtener una tinta que se adecuara al reciente hallazgo, y en 1847, los científicos dieron a conocer una nueva fórmula: Calentar una solución extractiva de palo de campeche⁶ con una pequeña cantidad de cromato potásico. Así se obtenía una tinta de color negro azulado intenso, que no presentaba reacción ácida sino neutra. Esta mezcla tenía muchas ventajas: No atacaba a las plumas de acero, era muy fluida, y no era arrastrada por el agua inmediatamente después de haber escrito.

⁶ El palo de Campeche o palo de tinte es un árbol que puede dar varios colorantes, como el azul y el violeta. Comprende varias especies nativas de América tropical, catalogadas científicamente con el nombre de *Haematoxylum campechianum*.

Pero las tintas metalo-gálicas estaban formadas por una emulsión, y en 1856 se patentaron las tintas llamadas de alizarina, que presentaban una gran ventaja sobre las primeras, porque eran una solución límpida incluso en el tintero. Además, contenían los ingredientes sin combinar uno al lado del otro, en la solución límpida, que se podía filtrar sin que perdiera en sustancias colorantes. Por último, contenía un pigmento destinado a colorear el líquido, que de por sí había sido incoloro, a fin de que fuera visible la escritura. La verdadera materia colorante, que hacía que los trazos de esa tinta tuviesen un color negro perdurable, se formaba solamente después de desecada la tinta en el papel en contacto con el aire, a causa de la neutralización del ácido libre por el amoníaco del mismo y simultánea oxidación. No se formaba en la mayor parte en la superfi-

cie del papel (como en las tintas tánicas antiguas), sino principalmente en las capas superiores del mismo, en las cuales había penetrado por su cualidad de solución límpida. Por estas razones los trazos eran mucho más fijos que en las tintas antiguas.

Mut [1992] ha recopilado un total de 65 recetas españolas de tintas negras, desde los siglos XIII al XIX. De ellas, 60 son del tipo metalo-gálicas, y 4 son fórmulas de negro de carbono, y una es una tinta mixta. Incluimos estas últimas recetas en las **tablas 1 y 2**. En estas recetas puede observarse que la obtención del negro de humo era carbonizando productos por combustión, como el alcanfor, la pez o los "polvos de marfil quemados", o bien, torrefactando sustancias vegetales, como las habas.

Tabla 1. Recetas españolas de tinta de carbono		
Fecha	Autor/Obra	Fórmula
Desconocida	Anónimo (<i>Recetario</i> , hoja suelta, Archivo de Ca'n Vivot, Palma de Mallorca)	<i>Ingredientes:</i> Alcanfor; agua. <i>Procedimiento:</i> Se quema el alcanfor. El negro de humo obtenido en la combustión se mezcla con agua, sin más.
1696	Lorenzo Ortiz, S. J., <i>El maestro de escribir...</i> Venecia, p. 31	<i>Ingredientes:</i> Humo de pez; un poco de vino; una yema de huevo; un poco de agua. <i>Procedimiento:</i> Se hace una masa de color negro mezclando el humo obtenido de la pez con el vino. Por otra parte, se baten bien la yema de huevo con un cascarón de agua. Se unen ambos preparados para formar una tinta que corra.
1847	Antonio Alverá Delgrás, <i>Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir...</i> Madrid, p. 43	<i>Ingredientes:</i> Polvos de marfil quemado o humo de pez, 2 onzas; vino; agua de goma bien templada y colada. <i>Procedimiento:</i> Mezclar con vino los polvos o el negro de humo y después con agua de goma, batiendo hasta conseguir un betún blando. Esta masa, distribuida en cajitas pequeñas de papel, se seca al sol. Las pastillas se han de envolver y guardar en sitio fresco. Para hacer tinta se muele una de ellas y se le añade agua clara. Si se borra fácilmente, poner más agua de goma.
1847	Antonio Alverá Delgrás, <i>Nuevo arte de aprender y enseñar a escribir...</i> Madrid, p. 44	<i>Ingredientes:</i> Habas secas, sanas y grandes, 4 onzas; agua; agua de goma; azúcar cande. <i>Procedimiento:</i> Las habas se reducen a carbón, y éste, bien molido, a polvo fino. Dichos polvos se vuelven a moler con un poco de agua, dejando secar la pasta resultante. Se añade el azúcar disuelto en agua de goma, se cuele y se guarda en una redoma de vidrio.

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de Mut, 1992, pp. 131 - 132

Tabla 2. Receta española de tinta mixta		
Fecha	Autor/Obra	Fórmula
22/12/1625	Miguel Thomàs, mercedario mallorquín (<i>Libre de memòrias</i> , Archivo del Reino de Mallorca, Clero, 2.024)	<i>Ingredientes:</i> Agallas finas negras, 6 onzas; caparrosa verde, 6 onzas; goma arábica, 2 onzas; agua de lluvia o vino, para hacer un "quartà" [4,104 litros]. <i>Procedimiento:</i> Macerar durante 6 días. El autor añade, después de dibujar una línea horizontal parece que para indicar separación: "Item agua de carbón de pino picado. Se revuelve un día entero, se cuele y se añade a los materiales antedichos.

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos de Mut, 1992, pp. 131 - 132

El proceso de obtención de negro de humo no sufrió cambios drásticos hasta 1872, cuando se obtuvo por primera vez el denominado "negro de carbón" a nivel industrial en una factoría de New Cumberland (Estados Unidos). Esta sustancia era un material carbonáceo no poroso, obtenido mediante pirólisis. Está formado por partículas esféricas de carbón de entre 10 y 75 nm de diámetro, fundidas en racimos. Cada partícula se compone de miles de haces de racimos. En la superficie del carbón, los elementos como el oxígeno y el azufre interaccionan con los átomos de hidrógeno para formar agregados. El oxígeno contenido en la mayor parte de estos compuestos no supera el 1%, aunque en los negros de carbón empleados en la tinta, puede encontrarse entre el 3 y el 8%

Para su fabricación, se procedía al enfriado de una llama de gas, contra losas de esteatita (una variedad de talco compactado) y posterior rascado del producto adherido a las paredes. Desde 1872, se han ido produciendo diversas modificaciones del proceso de obtención, siguiendo más los avances técnicos de los medios necesarios de producción, que atendiendo a la propia investigación del producto. En este sentido, cabe destacar el descubrimiento del inglés Mote en 1904, del efecto reforzador del negro de carbón al hule, la patente del primer proceso térmico en plena Primera Guerra Mundial, la aparición del horno de gas, que revolucionó la producción del negro de carbono en 1928, y la aparición en Texas, durante la Segunda Guerra Mundial, del proceso del horno de aceite para producir negro de carbón, debida a J. C. Krejci.

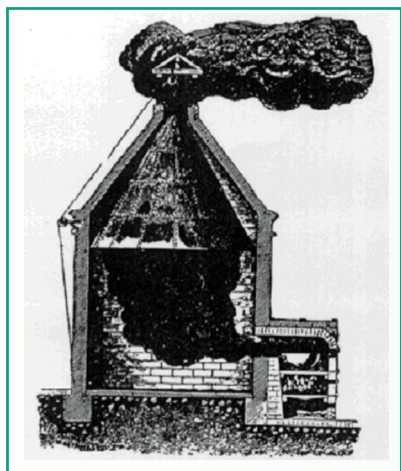


Figura 2: Fabricación del negro de humo en un horno de una sola cámara [Espasa, 1919]

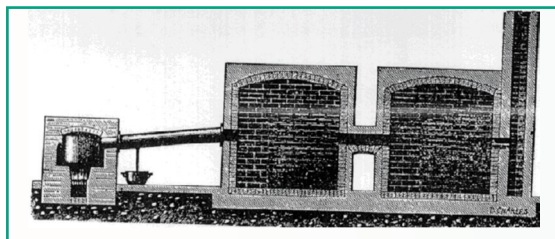


Figura 3: Fabricación del negro de humo en un horno de varias cámaras [Espasa, 1919]

Según Thorpe [1919, voz "negro de humo"], los procedimientos para obtener esta sustancia son diversos, y se puede fabricar con un sistema de una sola cámara, o de varias, más pequeñas. En ambos casos el fundamento es el mismo: La combustión incompleta de materias resinosas, bituminosas, grasas, etc. El humo producido atraviesa las cámaras y se deposita en el techo y las paredes, de donde se recoge fácilmente. Como suele ir acompañado de otras sustancias producidas en la combustión, se lava con agua o con lejía de sosa, y se seca en una corriente de aire caliente.

En 1919 se definían las variedades de "negro de lámpara" y "negro de bujía", que se obtenían quemando aceite o bujías de baja calidad debajo de planchas de hierro. La tinta china se formaba con la combustión de aceite de sésamo. En las Figuras 2 y 3 se muestran los hornos de una sola cámara y de varias cámaras utilizados para fabricar negro de humo.

CABOT OIL & GAS CORPORATION: UNA EMPRESA SINGULAR.

La empresa multinacional norteamericana Cabot, que cuenta con un total de 26 plantas de producción de negro de carbono distribuidas por todo el mundo, se implantó en el municipio vizcaíno de Abanto y Ciérvana en el año 1967, comenzando su producción en 1969. El centro de decisión estratégico y comercial para Europa se encuentra en París, y los laboratorios y centro de investigación y desarrollo se localizan en las instalaciones con que cuenta la firma en Billerica, Massachusetts. El que la empresa norteamericana optara por la implantación de su industria en la geografía vizcaína, se debe principalmente a las posibilidades estratégicas que le confería el privilegiado emplazamiento, con el Puerto de Bilbao prácticamente colindante y la cercanía de las instalaciones de la petroquímica Petronor en Muskiz, así como a las buenas comunicaciones terrestres y ferroviarias.

A las evidentes ventajas de índole geográfico, se sumaba la cercanía de los principales destinatarios de la producción, principalmente circunscritos al sector del automóvil y representados por empresas como Firestone y Michelin, entre otras; situadas todas ellas en un radio de unos 60 km de la ubicación de Cabot. Por otra parte, el principal suministrador de las materias primas necesarias en los procesos desarrollados en Cabot, Petronor, se encontraba a unos pocos kilómetros de distancia, en el municipio vizcaíno de Muskiz, con lo que los costes de transporte disminuían considerablemente. Si a todo ello añadimos que la empresa dedicaba más de la mitad de su producción al consumo nacional, se concluye fácilmente que el lugar idóneo para la ubicación de la planta era el elegido.

Materias primas y productos

Cabot manufactura alrededor de 50 tipos diferentes de negro de carbono, en función de las especificaciones requeridas por sus clientes, para cada tipo de aplicación.

Se encuentran registradas legalmente, designaciones como Regal, Sterling, Vulcan, Black Pearls, Monarch, Mogul y Elftex. Las principales aplicaciones del negro de carbono se encuentran en las cubiertas de neumáticos, cableado eléctrico, equipamiento electrónico y nuclear, artículos de caucho y goma en general, artículos mecánicos, y por supuesto, tintas de impresión y tóner. Casi el 90% del uso del negro de carbono se destina a la industria del caucho, donde la propiedad fundamental para su utilización en los dos tipos de caucho, el natural y el sintético, consiste en el reforzamiento que el negro de carbono le confiere al mismo, para aumentar la elasticidad de sus fibras.

En el sector del automóvil, donde su utilización se ha convertido en imprescindible, se estudian los distintos perfiles de las cubiertas y aquellas zonas específicas que serán objeto de un mayor desgaste por fricción. Así mismo, se estudian los diferentes esfuerzos a que se verán sometidas estas zonas, como por ejemplo, las rozaduras con bordillos de aceras, en las partes laterales del neumático, las zonas de rodadura de los mismos, con sus respectivas especificaciones, según el modelo de vehículo, etc... En función de estos parámetros, Cabot diseña y recomienda el producto adecuado para cada caso y situación.

Otro de los usos -de los más antiguos conocidos-, del negro de carbono, reside en los pigmentos para las pinturas. En los laboratorios de Cabot se estudian las necesidades de uso del tipo específico de pintura, para, en función de ello, aplicar el negro de carbono adecuado, que suele variar entre el 15 y el 20% en peso. Todo ello va en función de la utilización de la pintura base, es decir, si va a estar sometida a la intemperie, si va a necesitar soportar temperaturas extremas, etc..

También se desarrolla en Cabot, la aplicación de capas del negro de carbono en tuberías y conductos de plástico y caucho, operación que confiere a estos productos, propiedades de aislamiento eléctrico. Su uso aparece indicado en mangueras de suministro de combustible tanto para surtidores de gasolineras, como para camiones cisterna, en tuberías de abastecimiento de gases, en cableado de alto voltaje y otros usos.

Reseñar por último, que en la zona vinícola francesa de Burdeos, se viene experimentando con unos mantos plásticos negros, que cubren la tierra sobre la que se encuentran las vides, a los que se ha sometido a un tratamiento con negro de carbono y que se está demostrando su idoneidad para preservar a las plantas de algunos agentes externos que inciden negativamente en la productividad de las cepas, como pueden ser las temperaturas extremas, exposición a efectos de degradación debida a radiación ultravioleta y el depósito en la tierra de agentes químicos no controlados, entre otros.

Las materias primas necesarias provienen en su mayor parte del cracking térmico realizado en las plantas petroquímicas y del antraceno. Normalmente estos productos llegan por vía marítima hasta el Puerto de Bilbao, desde donde se trasvasan mediante oleoducto,

a las instalaciones de Cabot. Existe también un segundo oleoducto que une las instalaciones de Petronor, para conducir directamente las materias primas desde los tanques de almacenamiento de la petroquímica. También llegan las materias primas a Cabot por transporte terrestre. Una vez en Cabot, las materias primas se almacenan en tanques hasta su utilización en los procesos. En el caso del antraceno, producto obtenido de la destilación y posterior rectificación del alquitrán, los principales proveedores son las empresas Industrias Químicas del Nalón, ubicada en Asturias y en menor medida, Bilbaína de Alquitranes, situada en la margen izquierda de la Ría de Bilbao.

PROCESOS DE PRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, los procesos de producción a nivel industrial del negro de carbono, se pueden agrupar en los de combustión parcial (procesos de horno de gas, de aceite e intrusión o canal) y los de desintegración o proceso térmico.

El proceso de horno de gas fue introducido comercialmente en 1922, aunque desde un principio se observó su bajo rendimiento, que le llevó a su práctica sustitución en la década de los 40, por el horno de aceite, que alcanza rendimientos muy superiores.

En el proceso de horno de aceite, se utiliza como alimentación un aceite muy aromático, que suele ser un residuo de la desintegración catalítica de un proceso de refinación y que se convierte en negro de carbono mediante combustión parcial y pirólisis a altas temperaturas. El aceite aromático se pulveriza en la boquilla del quemador y es pirolizado hasta obtener negro de carbono, con un rendimiento de cerca del 70% en los tipos grandes y de casi el 35% en los de estria.

El proceso de intrusión o de canal, se denomina de esta forma debido a que, llamas de gas natural sólo o enriquecido con aceite en forma de vapor, o con gas de antraceno, son introducidas por canales de acero o cilindros rotatorios, a cuyas paredes o canales se adhiere el hollín, que se va recogiendo mediante unos raspadores para su posterior peletizado. El producto así obtenido se caracteriza por su acidez. El rendimiento del proceso era bajo, resultando el diámetro de las partículas una tercera parte del obtenido mediante el método del horno de aceite. Los bajos rendimientos obtenidos, unido al elevado coste del gas y a la inversión requerida para el sistema de canales, sensiblemente más elevada que para otros métodos, han dado como resultado la desaparición de este método a partir de 1970.

Por último, el proceso térmico se desarrolla en dos fases denominadas precalentamiento y descomposición, en las que se somete al gas natural a altas temperaturas, donde se descompone en carbono e hidrógeno. Se trata de un proceso cíclico donde parte del carbono obtenido en la cámara refractaria de los gases ricos en hidrocarburos, se reconduce a la zona

de precalentamiento y comienza el ciclo de nuevo. Este carbono se forma en atmósfera reductora y el producto obtenido consta de partículas de gran tamaño. Este proceso que gozó de gran fama, fue desechado por los altos costes del gas natural.

En la **figura 4** se muestra esquemáticamente representado este proceso, que en Cabot se encuentra totalmente automatizado y en la **figura 5**, puede apreciarse la estructura del negro de carbono.

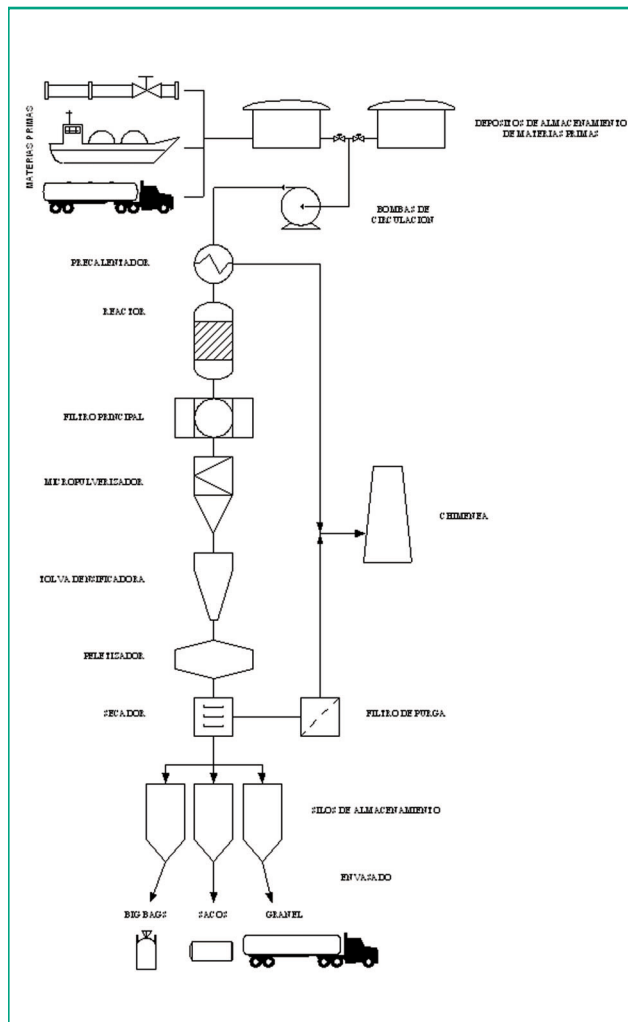


Figura 4: Proceso de fabricación del negro de carbono [Elaboración propia].

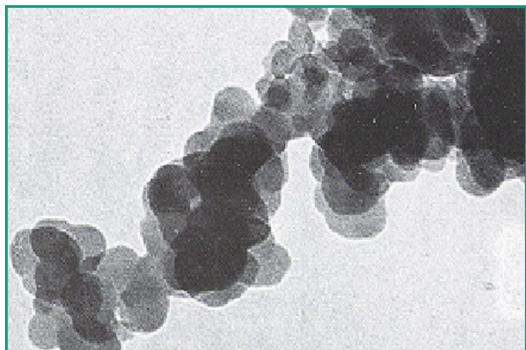


Figura 5: Estructura del negro de carbono.

A MODO DE CONCLUSIÓN

Según los datos aportados en este trabajo, se puede afirmar que los métodos de fabricación del negro de humo no sufrieron variaciones importantes desde que se utilizó por primera vez hace unos 4000 años hasta 1872, momento en el que se obtiene por primera vez el negro de carbono a nivel industrial, en una fábrica americana situada en New Cumberland. Hasta esa fecha, el negro de humo era la única sustancia conocida de la familia de los negros de carbono. En la actualidad, conocidos con exactitud los auténticos mecanismos por los que se obtiene esta sustancia, la producción se ha automatizado completamente.

Es de resaltar que, precisamente cuando los conocimientos técnicos y las tecnologías aplicadas para la obtención de estos productos se encuentran más desarrollados, las empresas dedicadas a su fabricación, se encuentran inmersas en una crisis que afecta no sólo a este sector y cuyas consecuencias ya se están dejando sentir, en forma de reconversiones, cierres y reubicaciones de buena parte de los centros productivos. Esta reordenación del sector proviene en gran medida de la globalización imperante en la actualidad y que se manifiesta en diferentes aspectos del ordenamiento mundial.

En el caso particular de la empresa Cabot de Ciérvana, se daba la circunstancia de que su localización geográfica era la óptima, en función de sus mercados y sus números de explotación resultaban rentables, como lo atestiguan las inversiones en infraestructuras realizadas en la empresa, con mentalidad de futuro. Con estas premisas, únicamente el fenómeno de la globalización puede explicar de alguna manera, una descapitalización como la sufrida en Cabot.

La fábrica de Ciérvana, que produjo en el año 2002 alrededor de 60.000 toneladas de negro de carbono, tenía una gran dependencia de un sector estratégico como el del automóvil, lo cual entrañaba una debilidad importante al encontrarse supeditada la producción a las fluctuaciones y la problemática específica de este mercado de una forma directa.

Además, a ello se añade la práctica del "dumping" a que se ve sometido el sector, por países como Egipto, Ucrania, Venezuela, México y Rusia, que en la actualidad exportan a los países de la Unión Europea alrededor de 160.000 toneladas al año de negro de carbono, a unos precios claramente por debajo de los límites competitivos. Esta saturación de producción de negro de carbono en el mercado europeo ha tenido un peso específico importante en la decisión tomada de proceder al cierre de la planta, que ciertamente presentaba unos ratios de explotación nada despreciables, pero mejorables desde un punto de vista principalmente economicista.

Finalmente, la incorporación de los países del este

Europeo a la Unión Europea está suponiendo una reordenación del mapa económico e industrial del viejo continente. Estos países cuentan con una normativa medioambiental más relajada, además de contar con un plazo más amplio de aplicación de las medidas correctoras tendentes a la aplicación del Protocolo de Kioto.

En España se ha calculado que costará 19.000 millones de euros, llegar a los niveles requeridos en Kioto. Todo ello conlleva consecuencias negativas que están afectando a empresas de diversos sectores y en este sentido, Cabot no ha resultado ser una excepción y ha optado por la relocalización.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

FUENTES IMPRESAS

Calvet, R. (1909) *La tinta de escribir desde el punto de vista de la química y de la fotografía legal: discurso de recepción del académico electo Dr. D. Rafael Calvet y Patxot: discurso de contestación del académico de número Dr. D. Pedro Genové y Soler: enero de 1909*. Barcelona, Tip. La Académica, de Serra Hnos y Russell.

Champour, M. M. de / Malepeyre, F. (1856) *Nouveau manuel complet de la fabrication des encres: telles que encres a écrire, de chine, de couleur...* Paris, Librairie Encyclopédique de Roret.

Champour, M. M. de / Malepeyre, F. (1895) *Nouveau manuel complet de la fabrication des encres de toutes sortes: encres à écrire, encres de Chine, encres de couleur..., suivi de la fabrication du cirage*. Nouvelle éd. rev., corr. et augm. par A. M. Villon. Paris, Librairie Encyclopédique de Roret.

Desmarest, L. / Lehner, S. (1923) *Manuel pratique de la fabrication des encres: encres à écrire, a copier, de couleurs, métalliques, a dessiner encres d'imprimerie*. 3e éd. française rev. et augm. Paris, Gauthier-Villars et Cie.

Espasa (1919) *Enciclopedia Universal Ilustrada Europeo-Americana*. Madrid, Espasa-Calpe.

Gouillon A. F. (1906) *Método práctico para la fabricación de tintas y betunes*. Versión castellana de Julio Bambill. París, Garnier Hermanos, 1906.

Halleman J. F. (1928) *Las mejores recetas para fabricar tintas y betunes: colección de recetas y procedimientos para la obtención de estos productos*. Traducción y adaptación de E. H. Barcelona, Cervantes.

Yciar, Juan de (1548) *Recopilación subtilísima: intitulada orthographia practica: por la qual se enseña a escreuir perfectamente: ansi por practica como por geometria todas las suertes de letras que mas en nuestra España y fuera de ella se usan. Hecho y experimentado por luan de Yciar Vizcayno, escriptor de libros. Y cortado por luan de Vingles Frances. Es materia de si muy prouehosa para toda calidad de personas que en este exercicio se quisieren exercitar*. Impreso en Çaragoça, por Bartholome de Nagera. [Reproducciones facsímil: Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Archivos y Bibliotecas. Instituto Bibliográfico Hispano, 1973; Bilbao, Ikeder, 2003].

Yciar, Juan de (1549) *Libro intitulado Arithmetica Practica*. Çaragoça, Pedro Bernuz, a costa de Miguel Çapila.

Yciar, Juan de (1552) *Nueuo estillo d'escreuir cartas mensageras*. Çaragoça, Agostin Millan, a costa de Miguel Çapila.

Yciar, Juan de (1553) *Arte subtilísima, por la qual se*

enseña a escreuir perfectamente... / hecho y experimentado y agora de nueuo añadido, Año MDLIII / por luan de Yciar; impreso a costas de Miguel de Çapila, mercader de libros. Çaragoça: en casa de Steuan de Najara. [Reproducciones facsímil: Valladolid, Conserjería de Educación y Cultura: Ayuntamiento de Valladolid, 2002; Bilbao, Ikeder, 2003].

Yciar, Juan de (1555) *Libro sotilísimo y prouehoso para depre[n]der a escreuir y co[n]tar: el qual lleua la misma orde[n] que lle ua [sic] vn maestro con su discipulo en que estan puestas las cinco reglas mas principales de guarismo y otras cosas sotiles y prouehosas....* [s.l., s.n.].

Yciar, Juan de (1566) *Libro subtilísimo, por la qual se enseña a escreuir y a contar p[er]fectame[n]te: el qual lleua el mesmo orden que lleua vn maestro con su discipulo [sic] / hecho y experime[n]tado por luan de Yciar Vizcaino; impreso a costas de Miguel de Sueules...* Çaragoça: en casa de Steuan de Najara. [Reproducciones facsímil: Valladolid, Conserjería de Educación y Cultura: Ayuntamiento de Valladolid, 2002; Bilbao, Ikeder, 2003].

Thorpe, Sir E. (1919), *Enciclopedia de Química Industrial*. Barcelona, Ed. Labor, 6 vols.

FUENTES ORALES

Escudero (2003) Entrevista a D. Antón Escudero, Director de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de la empresa Cabot, S.A., realizada el día 7/7/2003, en las instalaciones que tiene la empresa en la localidad de Abanto y Ciérvana (Vizcaya).

BIBLIOGRAFÍA

Alonso GARCÍA, D. (1953) *Ioannes de Iciar: calígrafo durangués del siglo XVI: 1550-1950*. Bilbao, publicaciones de la Junta de Cultura de Vizcaya, 1953.

Austin, G. T., (1993) "Manual de Procesos Químicos en la Industria". Ed. McGraw-Hill, Mexico, 1993.

Botti, L. et al (2004) *Calcium Phytate, a Natural Antioxidant to Counter Paper Corrosion Caused by Iron Gall Ink*.

<http://www.asrm.archivi.beniculturali.it/CFLR/Dobbiano/Poster/Testi/Fitato>. Consultado el 21/04/2004.

Cabot Oil & Gas Corporation (2004) History.

<http://www.cabotog.com/history.html>. Consultado el 05/02/2004.

Cárcel Ortí, M. M. / Trenchs Odena, J. (1979) "La tinta y su composición. Cuatro recetas valencianas (siglos XV a XVIII)". *Revista de Archivos, Bibliotecas y Museos*, LXXXII, nº 3 (1979), pp. 424-425.

FUENTES Y BIBLIOGRAFÍA

García Castresana, L. A. / Pellón González, I. (2004) "Las fuentes orales en Historia de la Ciencia. Notas metodológicas sobre un caso concreto: La industria química vizcaína". En *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas. Logroño, 16-20 septiembre de 2002*. Aceptado, en prensa.

García Morales, J. (1973) "Prólogo", en J. de Yciar, (1548) *Recopilación subtilísima: intitulada orthographia practica...* Impreso en Çaragoça, por Bartholome de Nagera. Reproducción facsimil: Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Archivos y Bibliotecas. Instituto Bibliográfico Hispano, 1973, pp. 9-17.

Gutiérrez-Zorrilla, J. M. / Román Polo, P. (2003) "Química e Internet. Algunas direcciones de páginas web de interés para los químicos". *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, segunda época, enero-marzo 2003, pp. 26-35.

Hartmann-Petersen, P. / Pigford, J. N. (1991) *Diccionario de las Ciencias*. Madrid, Editorial Paraninfo, 1991.

López Pérez, M. (2004) *Diccionario Alquímico y Médico Químico*.
<http://www.ucm.es/info/folchia/dicciona.htm>. Consultado el 13/02/2004.

Mut Calafell, A. (1986) "Recetas mallorquinas de tinta y de la goma glasa, de los siglos XV a XVIII". En *Homenaje a D. García Pastor, bibliotecario*. Palma de Mallorca, Direcció General de Cultura del Govern Balear, 1986, pp. 11-37.

Mut Calafell, A. (1989) "Nuevas aportaciones sobre la tinta en Mallorca". En *Mayurqa*, XXII (1989), pp. 849-863.

Mut Calafell, A. (1992) *Fórmulas españolas de la tinta caligráfica negra de los siglos XIII a XIX y otras relacionadas con la tinta (reavivar escritos, contra las manchas y goma glasa)*. Separata de: "El papel y las tintas" en *la transmisión de la información: primeras jornadas de archivística*. Huelva, Diputación Provincial, 1992.

Puche Riart, J. M. (2004) *El glosario alquímico*.
<http://www.angelfire.com/zine/cas/glos.html>. Consultado el 13/02/2004.

Schlesinger, A. / Schlesinger, E. (2004) *Cabot family papers, 1786-1945: A finding aid*.

<http://oasis.harvard.edu/html/sch00131.html>. Consultado el 05/02/2004.

Sistach Anguera, M. C. (1988) "Aportación al estudio de la composición química de las tintas. Algunos ejemplos catalanes". En *VI Congreso de Conservación de Bienes Culturales. Tarragona, 29 de mayo al de junio de 1986*. Barcelona, Department de Cultura de la Generalitat de Catalunya, 1988, pp. 302-308.

Snyder, C. H. (2003) *The extraordinary chemistry of ordinary things*. United States of America, John Wiley & Sons, inc. 4th. Ed., 2003.

Toxic (1978) *Toxic and hazardous. Industrial Chemicals safety manual for handling and disposal with toxicity and hazard data*. Tokyo, The International Technical Information Institute, 1978.

Wiley, J., (1985) "Encyclopedia of Science and Engineering". Vol.2 *Anionic Polymerization to Cationic Polymerization*. Wiley Interscience Pub., New York, 1985.

Zerdoun Bat-Yehouda (1983) *Les encres noires au Moyen Âge (jusqu'à 1.600)*. Paris, Éditions du CNRS, 1983.

Normas de publicación

Normas de publicación en Anales de la Real Sociedad Española de Química.

Anales de la Real Sociedad Española de Química publica trabajos científicos especializados o de revisión, de divulgación en el campo de la química que sean de calidad e interés para la mayoría de los profesionales de la docencia, investigación y de la industria química.

Nuestra revista presta una atención especial a la "Química y Medio Ambiente", por lo que los trabajos científicos divulgativos en este campo serán igualmente considerados. Serán también bienvenidos aquellos trabajos sobre historia didáctica de nuestra disciplina, así como los dedicados a la docencia teórica y práctica de la química en cualquiera de sus niveles. Los manuscritos deberán enviarse en versión informaticizada en disketo mediante los procesadores de texto habituales, escritos a doble espacio y con una extensión máxima de 15 páginas (figuras no incluidas), junto con dos copias impresas y una fotografía del autor o autores, (preferiblemente no de tipo carnet).

Se sugiere la confección del manuscrito según las normas generales de publicación de la ACS. Finalmente, se sugiere a los autores el envío de figuras o fotografías en color (en papel, diapositivas o digitalizadas en formato .tiff) para una mejor calidad de impresión e ilustración de su artículo.

Todo el material antes reseñado debe enviarse a:



Real Sociedad Española de Química.
Editor
Ciudad Universitaria
Facultad de Química
Universidad Complutense
28040 Madrid