

La química está en todos lados: ¿también en la pintura?

Dra. María Joselevich

Asociación Civil Expedición Ciencia

maria@expedicionciencia.org.ar

Recibido: 11/2011- Aceptado: 12/2011

Resumen

Desde sus orígenes, el Ser Humano ha ido aprendiendo a tomar los colores de la naturaleza y manipularlos a su gusto. En este artículo, dirigido a docentes y alumnos de la escuela media, buscamos contextualizar contenidos de química. Haremos un recorrido desde los pigmentos utilizados por los pintores de Altamira hasta las pinturas sintéticas desarrolladas por los químicos modernos. Veremos brevemente, y con algunos ejemplos puntuales, cómo se esconde la química dentro de las pinturas fabricadas por el Ser Humano.

Palabras clave: Química , pinturas naturales, pigmentos sintéticos, pigmentos naturales

Chemistry is present elsewhere, even in old paintings

Abstract

Since its origin, human beings have been learning to borrow the colors of nature and manipulate them to their will. The aim of this article, directed for secondary school teachers and students, is to contextualize some issues in chemistry. We will go from pigments used by painters of Altamira caves to synthetic paints developed by modern chemists. We will see, briefly and with some specific examples, how chemistry is hidden within the paintings produced by human beings.

Key words: Chemistry, natural pigments , synthetic pigments

La cacería ha terminado y el pintor se dispone a dejar su testimonio sobre la piedra. Como han hecho otros antes, pintará la magia, la valentía de sus guerreros y la bravura de los animales cuya carne y pieles servirán a su pueblo para alimentarse y vestirse. El hombre toma una piedra quebradiza de color rojo fuerte, la muele en un mortero hecho de roca dura y obtiene un pigmento. Mezcla el pigmento con agua formando una pasta, toma un pedazo de carbón de la fogata y se lleva estos materiales al interior de la cueva.

El pintor se ilumina con lámparas de tuétano, que dan una luz intensa y limpia y no ennegrecen las paredes. Graba la figura que desea dibujar sobre la pared de la cueva con una piedra afilada. Luego marca con negro el contorno del dibujo y lo rellena con pintura roja. En los dibujos de alrededor, la pintura fue aplicada acá con la mano, allá con un pincel hecho con plantas y más allá soplándola a través de un hueso hueco de ave.

Afuera de la cueva hace frío. Los hielos cubren lo que luego se llamaría Europa. La humedad natural de la cueva fija y mantiene la frescura de los colores. Unos años más tarde, un derrumbe tapa la entrada de la cueva sumiéndola en la oscuridad y el silencio... por mucho tiempo.

Entre 12.000 y 15.000 años después, en un momento que ellos llaman "año 1879", Marcelino Sainz de Sautuola y su hija María, de nueve años, visitan la cueva. Está situada en Altamira, en Cantabria, España. Marcelino conoce su existencia desde que un día, varios años atrás, el cazador Modesto Cubillas se la mencionó al contarle cómo había rescatado a su perro que había quedado atorado en una grieta durante una cacería.^[1]

Marcelino visitó la cueva por primera vez en 1875. Durante esa visita descubrió algunos dibujos en las paredes y recogió unos pocos restos arqueológicos del piso del lugar. Pero fue en 1878, en la Exposición Universal de París, donde se despertó en él un verdadero interés por la cueva. Sainz de Sautuola recorría la exposición observando algunos inventos novedosos, como el teléfono de Alexander Graham Bell, en un ambiente extrañamente iluminado: la bombilla eléctrica con filamento de tungsteno de Thomas Alba Edison era presentada en sociedad. La sorpresa de Marcelino fue enorme cuando, entre los inventos y el zoológico humano que presentaba 400 indígenas, encontró expuestos algunos objetos prehistóricos del sur de Francia que tenían un gran parecido con lo que había encontrado en Altamira. Cuando regresó a su casa, fue con su hija a visitar nuevamente la cueva.



Ilustración 1: Marcelino Sainz de Sautuola



Ilustración 2: Exposición Universal de París. 1878.^[1]

Mientras Marcelino busca huesos y otros restos arqueológicos en la puerta de la cueva, María llega corriendo desde el interior y lo lleva hasta una cueva lateral diciendo entusiasmada: “¡Mira, papá! ¡son bueyes!”. Marcelino levanta la vista y dice asombrado: “no son bueyes... ¡son bisontes!”. Dieciséis bisontes, varios renos, mamuts, caballos, ciervos, jabalíes, cabras y una monumental cierva de 2,25 m cubren la cueva, casi todos concentrados en el espectacular techo de 18 x 9 metros. Los dibujos son muy realistas, con muchos detalles (hocico, ojos, cuernos, pelaje, sexo, pezuñas, rabo, etc.). Quienes pintaron estos animales los conocían muy bien en su anatomía y comportamiento. Las representaciones son sublimes: algunos de los bisontes fueron pintados sobre salientes de roca naturales impartiendo una sensación de realismo impresionante.



Ilustración 3: Pintura de la cueva de Altamira, Cantabria, España.

Tan realistas son los dibujos , que, cuando Sainz de Sautuola publicó su existencia en *Breves apuntes sobre algunos objetos prehistóricos de la provincia de Santander*, fueron considerados un fraude. Algunos estudiosos acusaron a Marcelino de haberlos hecho él mismo. Decían que las pinturas eran demasiado complicadas y que estaban demasiado bien preservadas para tener la antigüedad que les atribuía Sainz. Por otro lado, si eran reales, el pintor debería haber convivido con los animales que estaban dibujados. ¡Y los bisontes y los mamuts se habían extinguido hacía mucho tiempo! Tanto tiempo que no se creía posible que esos animales hubieran coexistido con Seres Humanos.

Años más tarde, luego de descubrirse otras cuevas con pinturas rupestres similares a las de Altamira, se reconoció el descubrimiento.^[iii] Emile de Cartailhac, su mayor detractor, escribió en 1902 en su *Mea culpa de un escéptico* - "Fui partícipe de un error cometido hace veinte años, de una injusticia que es preciso reconocer y reparar públicamente. Es necesario inclinarse ante la realidad, y en lo que a mí respecta, debo hacer justicia a Marcelino de Sautuola". Lamentablemente, Marcelino ya había muerto.

Recién en 1991 se comenzó a ubicar temporalmente a las pinturas de Altamira. Usando el método del carbono 14, los investigadores Laming y Leroi-Gurhan propusieron que la mayor parte de las pinturas se había realizado entre 14.800 y 14.400 años a.C. siendo algunas pocas anteriores (15.200 a.C.) y otras posteriores (13.100 a. C.).^[iv] Actualmente contamos con nueva y muy fresca información: el desarrollo de un nuevo método de datación, el de las series de uranio- torio, mostró en 2008 que las pinturas de Altamira no fueron hechas en un solo momento sino a lo largo de 15.000 años que transcurrieron desde hace 25.000 hasta 10.000 años atrás.^[v]

Quedémonos con las palabras de Pablo Picasso quien, luego de haber visitado la cueva, dijo maravillado: "después de Altamira, todo parece decadente".

En noviembre de 2006 se encontraron en la cueva de Vilhonneur, al oeste de Francia pinturas rupestres algo más antiguas que las de Altamira: se estima que datan de hace unos 27.000 años^[vii]. El arte de los Antiguos Humanos es una de las huellas que nos han dejado de su paso por el mundo. Los arqueólogos, antropólogos y científicos sociales las siguen para tratar de descifrar cómo se desarrolló la cultura de nuestros antepasados en épocas muy lejanas, hace decenas de miles de años.

¿Con qué pintaban?

El descubrimiento de las pinturas de Altamira fue uno de los hitos más importantes en el estudio de las culturas prehistóricas. Los dibujos están contorneados en negro y rellenos con un color rojo sangre. Pero, ¿con qué fueron pintados? Obviamente, esos pintores no podían ir a la pinturería de la esquina.

Fue una fortuna para todos nosotros que el óxido de hierro abundara en la zona de Altamira, como parte de los minerales que forman la tierra del lugar. Formaba piedras que eran molidas y mezcladas con agua para luego ser transportadas a las paredes. Su color rojo intenso es el que nos muestra desde el techo de la cueva la bravura de los bisontes que cazaban los Humanos primitivos.



Ilustración 4: Mineral de hierro

En una inmensa variedad de contextos culturales y, por ende, con motivaciones y cargas simbólicas muy diferentes, la belleza de la pintura ha acompañado al Ser Humano en todas las tierras que ha habitado. Además de las pinturas rupestres europeas, se han encontrado obras en muchos otros lugares de la Tierra. Por ejemplo, en la Cuevas de las Manos, en Santa Cruz, Argentina, cientos de manos, dibujos de guanacos y cazadores testimonian la presencia del Ser Humano en esos lugares entre los siglos XI a. C. y VI a. C. Personas que tal vez pertenecían al pueblo Tehuelche y sus antepasados los que pintaron usando, igual que sus parientes de Altamira, minerales molidos. Otra vez, los minerales más usados dieron a las manos los tonos de marrón y rojo característicos de los óxidos de hierro. Los antiguos americanos usaron además caolinita (un silicato de aluminio) para obtener color blanco, natrojarosita (un sulfato de hierro) para el amarillo y óxido de manganeso para el negro.



Ilustración 5: Pinturas en la Cueva de las Manos, Santa Cruz, Argentina^[vii]

Una última referencia a la prehistoria: en excavaciones realizadas en el año 2008 en la cueva de Blombos, Sudáfrica, se encontraron caracoles que contenían una mezcla licuada que contenía, entre otras cosas, ocre. Los antropólogos que las estudian proponen que esas pastas fueron realizadas por los habitantes de esas tierras hace 100.000 años^[viii] con propósitos decorativos o como protectores de la piel. Son señales de que mentes inteligentes han habitado este planeta desde más tiempo del que nos imaginábamos.

¿De qué están hechas las pinturas?

El pintor de Altamira y sus colegas Tehuelches se maravillarían si entraran a una pinturería moderna. Encontrarían en la misma habitación una gama increíble de colores listos para usar, preparados para distintas superficies y con diferentes propósitos. ¡Incluso encontrarían colores que nunca habían visto! Su pariente, quien pintó el techo de la cueva de Lascaux, Francia hace 15.000 años^[ix] hubiera estado feliz de no tener que caminar los 20 km que lo separaban de los yacimientos de rocas que usaba para armar sus pigmentos.

Pero la Humanidad recorrió un largo camino para que tal variedad de pinturas llegara a llenar anaqueles de los negocios.

Aunque las pinturas modernas son mezclas de varias cosas, en general, para formular una pintura como la gente, seguimos una receta más o menos estandarizada. Necesitamos, por un lado, un pigmento, que es lo que le da el color. Luego hace falta un vehículo para transportar el pigmento y sus excipientes a la pared, lienzo o pedazo de papel. Este vehículo es un líquido en el cual el pigmento se mezcla fácilmente.

Supongamos que tenemos un vehículo estupendo, que forma buenas películas, permite cargar nuestro pincel, distribuir lo que transporta a nuestro gusto y luego de hacer todo este trabajo, nos hace el favor de retirarse (se evapora) dejándonos una superficie pintada y seca. Supongamos también que el pigmento que queremos usar no se mezcla bien en el solvente sino que precipita al fondo del recipiente, flota sobre el solvente o forma grumos (si es sólido) o forma otra fase con la que no lo podemos mezclar (si es líquido). En este caso,

necesitamos un dispersante, que facilite la mezcla entre el pigmento y el vehículo que lo transportará.

También podemos necesitar un espesante, que le dé cuerpo a la pintura y nos permita manejarla con facilidad.

Usaremos fungicidas y conservantes para evitar que crezcan microorganismos en nuestra pintura.

Y por último, cuando usamos solventes que se evaporan fácilmente y se disuelven en agua es aconsejable agregar un poco de agua para mantener la pintura fluida, mientras que cuando los solventes o componentes mayoritarios de la pintura no se disuelven en agua, agregamos algún aceite.

Pigmentos

Pero concentrémonos en los pigmentos. El Ser Humano, fascinado con dar color a sus objetos, ha obtenido, a lo largo de la historia, pigmentos de fuentes muy diversas. Hay, como hemos visto, pigmentos minerales que se obtienen moliendo las piedras del color adecuado. También hay pigmentos vegetales, como el índigo^[xi] (azul), que se saca del pasto *Indigofera tinctoria*, el rojo obtenido de *Rubia tinctorum* y el amarillo que proviene de las flores de *Carthamus tinctorius* (cártamo).



Ilustración 6: *Indigofera tinctoria*^[xii]

Los animales también han sido usados como fuente de color: la hembra del pulgón *Dactylopius coccus cacti*, la famosa cochinilla, un parásito del nopal americano, desprende al molerse un pigmento de un color rojo brillante muy utilizado desde la época prehispánica.^[xii]

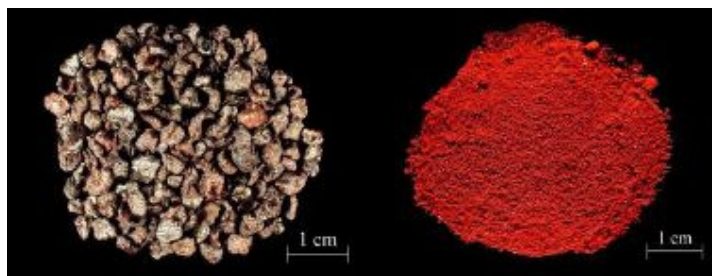


Ilustración 7: Izq: Cochinillas secas. Der: polvo de cochinilla^[xiii]

Hay otro tipo de pigmentos, para cuya existencia la ciencia y la inteligencia humana han tenido un rol fundamental. Son los llamados pigmentos sintéticos.

Los pigmentos sintéticos tienen fecha de nacimiento. Se obtuvieron por primera vez un día, en un taller o en un laboratorio y muchos de ellos se producen actualmente en fábricas. Mientras que unos, sobre todo los más antiguos, se descubrieron por accidente o usando métodos cuasi-alquimistas, otros son el resultado de un trabajo científico cuidadosamente planificado. Algunos pigmentos, tienen una estructura química idéntica a la de pigmentos naturales. Otros no; no existían en la Tierra antes de ese día en que alguien los sintetizó por primera vez. Son sustancias artificiales, creación del Ser Humano.

Pero si algunos de los pigmentos sintéticos son idénticos a pigmentos naturales, ¿para qué tomarse el trabajo (muchas veces arduo) de hacerlos en un laboratorio si a la naturaleza le salen tan bien? Hay varios motivos posibles. Uno de ellos es que, como en el caso del índigo, algunos cultivos de plantas que producen pigmentos agotan los nutrientes de la tierra y por eso, en algunos lugares, está regulado. Y en caso de cultivarlos en lugares donde no haya control. ¡Hay que pagar el transporte! Si es más barato, conviene producirlo en casa.

También puede ser que la fuente natural produzca muy poca cantidad de ese pigmento y por ende sea difícil o muy caro de obtener. Un ejemplo de esto es el púrpura. Este pigmento se conoce desde tiempos muy antiguos. Los fenicios lo sacaban de las secreciones de las glándulas de algunos caracoles como el *Bolinus brandaris*, que viven en el Mediterráneo. Para obtener un solo gramo de este colorante había que usar ¡unos diez mil caracoles! De ahí surge que las ropas color púrpura sean en nuestra cultura símbolo de riqueza y poder.



Ilustración 8: Estampilla alusiva al caracol *Bolinus brandaris*. Publicada en Malta, 2003.

Por suerte para los caracoles, una gran cantidad de químicos, científicos y tecnólogos, se dedica desde hace años en desarrollar métodos eficientes y baratos para transformar lo que llaman moléculas precursoras en los productos que desean. Toman esos precursores, que obtienen fácilmente de fuentes naturales (por ejemplo plantas) y los modifican con métodos químicos para llegar a los compuestos que buscan, en nuestro caso, los que nos permiten pintar del color que queremos. El mismo criterio, la misma lógica, se usa para fabricar remedios, agroquímicos y compuestos que pueden tener muy variados usos.

De la quinina a la mauveína^[xiv]

A mediados del siglo XIX, se desató en Europa una epidemia de malaria producto de la multiplicación en los pantanos del sur de Italia de una inusitada cantidad de mosquitos. La malaria o paludismo (que viene de la palabra latina *palus* que significa pantano) es una enfermedad que producen los parásitos del género plasmonium al ingresar en las personas por la picadura de un tipo de mosquito. No hay vacuna para esta enfermedad y, aunque actualmente es relativamente prevenible y tratable, hay, según la Organización Mundial de la Salud 500 millones infectados en el mundo.^[xv] Sólo en 2009, murieron de malaria 780,000 personas. El 82% de ellas eran niños menores de 5 años.^[xvi]

En 1840 se conocía una sola forma de tratar la malaria: suministrando quinina, un compuesto que se obtenía únicamente de la corteza del quino, un árbol que se encontraba principalmente en Bolivia y Perú.^[xvii]

Llevar la quinina desde América a Europa tenía un costo enorme. Esto estimuló a varios grupos de investigadores a buscar un método para producirla a partir de materias primas que tuvieran más accesibles. Uno de esos grupos era el que lideraba en Londres Justus von Liebig, el llamado padre de la Química Orgánica, junto con August Wilhelm Hoffman, director del Royal College of Chemistry. En 1856, Von Liebig y Hoffman estudiaban los compuestos que se podían obtener a partir de alquitrán. August Hoffman tenía un alumno, William Henry Perkin, quien entonces tenía 18 años, a quien encargó la búsqueda de un método para producir quinina sintética. Más precisamente, el trabajo de Perkin consistía en tomar alguna sustancia

conocida y, mediante reacciones químicas, agregarle los átomos adecuados en las posiciones correctas hasta llegar a la estructura de la quinina. Esto es la síntesis orgánica.

Comparando con lo que sabemos ahora, la información que tenían los científicos de esa época acerca de las moléculas era bastante limitada. De la quinina sabían, entre otras cosas, que en estado puro forma un sólido blanco y cristalino, que tiene propiedades alcalinas (o sea básicas, en contraposición con ácidas), que está formada por átomos de carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno y que es ligeramente soluble en agua. Para comenzar a trabajar, William Perkin necesitaba una sustancia que fuera lo más parecida a la quinina posible. Eligió la anilina que es uno de los compuestos básicos más simples y que está formada de algunos de los tipos de átomo que necesitaba. Y además, la podía obtener muy fácilmente: la anilina se obtenía en esa época a partir de nitrobenceno el cual, a su vez, salía de la destilación del alquitrán de hulla. Justamente con alquitrán de hulla trabajaban en el laboratorio de Von Liebig.

Terminaba un mal día de trabajo para Perkin. Se había dedicado a estudiar la oxidación de la anilina agregándole dicromato de potasio pero en lugar del sólido blanco, cristalino y algo soluble en agua que buscaba, Perkin había obtenido un producto color violeta que no podía lavar del material de laboratorio. Luego de maldecir un rato ante los materiales sucios, William Perkin tuvo una idea, una gran y colorida idea. Se dio cuenta de que podía tornar su mala fortuna en la síntesis de la quinina en buena suerte al haber producido, inesperadamente, un excelente colorante artificial. Rápido para los negocios, puso una empresa con su padre y su hermano (Perkin & Sons) para producir el nuevo pigmento púrpura, al que llamó *mauveína*. Se hizo millonario y marcó el inicio de la industria de la Química Orgánica moderna.



Ilustración 9: Izq: Vestido teñido con mauveína sintetizada por Perkin. Der: retrato de W. H. Perkin ^[xviii].

Si bien W. H. Perkin logró desarrollar un método exitoso para sintetizar la mauveína, su estructura química correcta se publicó recién en 1994 en una muy importante revista científica inglesa bautizada en su honor: *Perkin Transactions*.^[xix]

Y se desarrolló la industria

El descubrimiento de Perkin del primer colorante artificial derivado de la anilina (y su buena visión para los negocios) impulsó a otros investigadores a dedicarse a la búsqueda de compuestos coloridos y colorantes a partir de esa materia prima. Así, en 1859, el francés François Verguin obtuvo la *fucsina*, que fue sintetizada de otra forma al año siguiente por Edward Nicholson. Nicholson, para evitar problemas con Verguin, bautizó la sustancia con el nombre *roseína*. La anilina se estaba convirtiendo en una materia prima muy valiosa. En Suiza en 1859, Alexander Ciba y Johann Geigy lograron sintetizarla a partir de una materia prima más barata: benceno. Investigando la anilina de Ciba y Geigy, Alfred Kern y Edouard Sandoz descubrieron el *azul de alizarina*. Alrededor de 1862, el alemán Friedrich Bayer se hizo rico vendiendo anilinas fucsias, azules y violetas.

Podríamos seguir un rato largo nombrando científicos y pigmentos pero lo que nos interesa ya está dicho. El descubrimiento casual de William Perkin llevó al estudio y desarrollo sistemático de métodos que permitieron sintetizar un sinnúmero de pigmentos distintos.

Y esos desarrollos llevaron a otros. ¿Reconoce el lector los nombres? Perkin, Ciba, Geigy, Sandoz, Bayer... ¡Revise el botiquín de su baño o el droguero de su laboratorio! Ellos y otros fundaron empresas de pinturas que crecieron, se fusionaron, se renombraron, diversificaron sus productos y constituyen actualmente industrias químicas y farmoquímicas muy poderosas. ¿Qué diría el pintor de Altamira ante las insospechadas derivaciones de su legado?

En el aula

En el relato anterior hemos recorrido con zancos 100.000 años de historia de la Humanidad. A partir de varios puntos del texto, podemos llevar a nuestros alumnos a trabajar distintos temas en el aula. Veamos algunos ejemplos:

1. Una muestra de cómo se trabaja en el mundo de los científicos se da en el conflicto que despertó la legitimidad de las pinturas de Altamira. Esta disputa se zanjó, inicialmente, al encontrarse nuevas evidencias independientes (el descubrimiento de nuevas pinturas rupestres) que avalaban la teoría de Sautuola. Este ejemplo puede abrir la puerta a una discusión acerca de qué tipo de pruebas buscan los científicos para aceptar la interpretación de un fenómeno o una teoría. Se puede discutir, por ejemplo, por qué las publicaciones científicas son sometidas a la revisión de pares del investigador y por qué es un requisito ineludible

presentar datos y detalles de los experimentos. Se trata de incorporar en nuestros alumnos la noción de que las ideas de la ciencia tienen, indefectiblemente, base empírica.

Para trabajar este tema, puede realizarse un juicio en el aula en el cual un grupo de alumnos acuse a Sautoala de fraude, otro lo defienda y un tercer grupo haga de jurado. Algunos alumnos pueden actuar de peritos y presentar o refutar las pruebas científicas.

2. Para hablar con los alumnos de la necesidad que tienen los científicos de tener un lenguaje común y específico, se puede hacer un acercamiento a la taxonomía de las plantas observando el nombre de las que son citadas en este artículo. ¿Qué tienen en común? ¿Por qué se habrá elegido ese nombre y no otro para designar estas plantas? Se puede pedir a los alumnos que amplíen la lista de nombres que refieren a su "utilidad" mediante una búsqueda en libros de botánica o bases de datos en internet. Además, podría hacerse un debate acerca de los problemas que debe haber traído el tener dos nombres para el mismo colorante (fucsina y roseína). Como dato, se puede visitar la página web del ente que actualmente caracteriza y cataloga los colores en el Índice Internacional de Colores^[xx] y hablar de las motivaciones que hubo para fundarlo.
3. En este artículo se menciona uno de los hitos de la historia de la química: el comienzo del estudio sistemático de los métodos de Síntesis Orgánica. La referencia a la mauveína de Perkin puede servir para empezar a hablar de reacciones químicas y su diferencia con la mezcla de sustancias. Los alumnos podrían investigar acerca de las formulaciones que se hacen para comercializar distintos tipos de productos. Pueden, por ejemplo, tomar un medicamento, ver en el prospecto qué sustancias lo componen e investigar la función de cada una.

Y con los colegas...

A partir del texto de este artículo, se puede proponer hacer un trabajo interdisciplinario con los docentes de otras áreas. Este trabajo puede consistir en la realización en simultánea de actividades en las distintas áreas. En Ciencias Sociales se puede trabajar sobre la relación que han tenido las industrias química, farmoquímica y de la pintura con el desarrollo de la ciencia y los contextos sociopolíticos e históricos en que se han dado los aportes más significativos. Pueden incluir información acerca de la evolución de las industrias fundadas por los químicos mencionados en el texto.

Como articulación con el área de Lengua, puede pedirse a los alumnos que imaginen cómo habrá sido la vida diaria del pintor de Altamira y armen un relato siguiendo la historia que se cuenta aquí. En las clases de Arte pueden estudiarse las pinturas rupestres de distintas culturas antiguas y hacer una visita virtual al Museo de Altamira.

Como cierre de las actividades, los alumnos pueden preparar una representación teatral cuya temática gire alrededor de los momentos en que Sautoala y Perkin hicieron los descubrimientos que se relatan en el texto. La idea es que construyan el guión en forma

colectiva y utilicen los recursos que hayan desarrollado en las distintas disciplinas para armar un contexto adecuado.

Referencias

-
- [i] Página web del Museo de Altamira. <http://museodealtamira.mcu.es/>
- [ii] Harvard Map Collection <http://ids.lib.harvard.edu/ids/view/8802057?buttons=y>. Consultado 9/11/11
- [iii] Asimov, Isaac. *Historia y cronología del mundo*. Ed. Ariel (2006)
- [iv] <http://grupos.unican.es/arte/prehist/paleo/b/Default.htm>
- [v] <http://planetearth.nerc.ac.uk/news/story.aspx?id=186> 5/10/2008
- [vi] http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/misc/newsid_4685000/4685768.stm Consultado 05/11/11
- [vii] Lista del Patrimonio Mundial, UNESCO. Referencia 936.
- [viii] Christopher S. Henshilwood, C. S.; d'Errico, F.; van Niekerk, K. L.; Coquinot, Y; Jacobs, Z; Lauritzen, S. Menu, M.; García-Moreno, R. *A 100,000-Year-Old Ochre-Processing Workshop at Blombos Cave, South Africa*. Science, 334 (6053): 219-222.
- [ix] Visita virtual a las Cuevas de Lascaux. Ministerio de Cultura y Comunicación, República Francesa. <http://www.lascaux.culture.fr/>
- [x] Para una reseña del uso de pigmentos azules en Sudamérica durante el período colonial ver: Seldes, A. M.; Burucúa, J. E; Maier, M.; Abad, G; Jáuregui, A. and Siracurano, G. *Blue pigments in south american painting (1610–1780)* JAIC 1999, Volume 38, Number 2, Article 1 (pp. 100 to 123)
- [xi] Galería del Museo de Toulouse. <http://www.museum.toulouse.fr/index.php?lang=fr>. Consultado 03/11/11
- [xii] Von Reuber, Ana. *La ciencia del color*. Colección Ciencia que Ladra, Ed. Siglo XXI. (2010)
- [xiii] Keith Lawrence, Museum of Fine Arts, Boston.
- [xiv] Para un relato más detallado del desarrollo de la mauveína, ver: Galagovsky, L. *De la academia a La empresa: William Perkin y el color violeta*. En Galagovsky L. (Directora). *Química y Civilización*, Asociación Química Argentina (Editora) (2011).
- [xv] Centro de prensa de la Organización Mundial de la Salud <http://www.who.int/mediacentre/events/2006/g8summit/malaria/es/> Consultado el 15/03/11
- [xvi] <http://www.who.int/malaria/en/>
- [xvii] Amurrio, David. *La quinina. Historia y síntesis*. Acta Nova; Vol. 1, N°3, diciembre 2001

[xviii] Copyright © [Science Museum](#) / Science & Society Picture Library -- All rights reserved.

[xix] Otto Meth-Cohn and Mandy Smith *What did W. H. Perkin actually make when he oxidised aniline to obtain mauveine?* J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1, 1994, 5-7.

[xx] <http://www.colour-index.org/>



ISSN 1666-7948

www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar

Revista **QuímicaViva**

Número 3, año 10, Diciembre 2011

quimicaviva@qb.fcen.uba.ar