

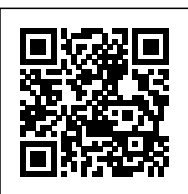
# BARIO

*Posted on 25 julio, 2019 by Oscar Rosas-Ortiz*



Category: [Tabla Periódica](#)

Tag: [Tabla Periódica](#)



Son las seis de la mañana en la Ciudad de México. He decidido dejar el auto en casa y usar el transporte público. Tengo que ir al centro para encontrarme con mi sobrina Fernanda y sus padres. La niña ha presentado algunas molestias estomacales en los días recientes y tiene cita en un laboratorio para que le tomen unas radiografías. Hace algún tiempo Fernanda se tragó una moneda, con lo que puso a sus padres de cabeza mientras esperaban a que el preciado tesoro encontrase el camino natural para escapar de la niña-alcancía. Con tan refinados gustos culinarios, la preocupación inmediata era la posibilidad de hallar un nuevo bocadillo-monetario en la barriga de la "tesorera" de la familia. El pediatra descartó esta posibilidad de inmediato y sugirió una radiografía con medio de contraste. Como Fernanda es muy inteligente y tiene mucho carácter, no siempre es sencillo manejar su personalidad. Sin embargo, suele ser un ángel cuando ella y yo coincidimos. Así que sus padres me pidieron acompañarles al laboratorio para convencerla de ingerir el famoso

medio de contraste.

El rostro de Fernanda se arruga en un claro gesto de repulsión al sabor del sulfato de bario que le han dado a beber. No quiere más. Sus padres se intranquilizan. Me acerco y le indico que no beba más de aquél brebaje tan asqueroso, aunque los pequeños detectives contenidos allí se queden sin trabajo. ¿Qué es un detective?, me pregunta.

Alguien parecido a un científico; encuentra cosas perdidas, busca tesoros, resuelve problemas... ¿Un científico como tú? Más o menos, le contesto. ¿Y para qué quiero detectives en mi barriga? Ellos le ayudarán a tu pediatra a investigar qué es lo que te pasa. Pero, ¿qué van a hacer? Bueno, al tomarte el brebaje los detectives recorrerán tus intestinos y tu estómago formando filas. Cada uno de ellos tiene un escudo que absorbe la luz que será usada para sacar una fotografía de tu barriga. Si tienes "algo" allí adentro, los detectives lo rodearán y lo cubrirán con sus escudos, por lo que la fotografía se verá más oscura donde ellos se agrupen. Así es fácil



detectar si tu barriga tiene "bichos" o alguna herida... ya no digamos una moneda. Mi sobrina sonríe mientras me dirige una mirada de complicidad. ¿Y luego cómo salen? Se me ocurre que comiendo un helado de buen tamaño podrás pagarles por sus servicios y se irán solitos, cuando vayas al baño...

Los resultados son alentadores, no se encontró nada preocupante en las radiografías. Fernanda tendrá que tomar medicamentos para desparasitarse y estará en observación, los síntomas desaparecerán pronto. Después de atiborrarme con helado de chocolate –el preferido de mi sobrina– me despido de ella y de sus padres. Me dirijo al norte.

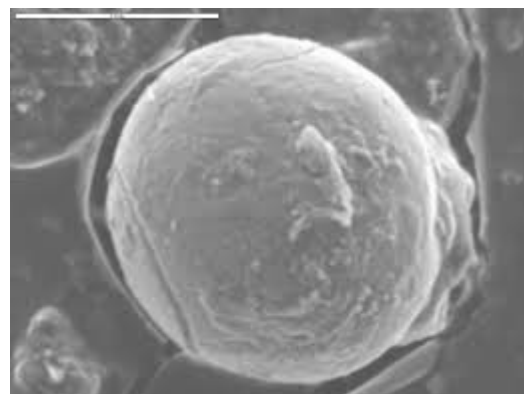


En el metro continuó con la lectura de *El caso de la Calle 13*, escrita por Lucio Kyle, autor de culto en el ámbito de la novela negra. Como si fuese sacado del universo de Raymond Chandler (creador del duro detective Philip Marlowe y autor del ensayo "El simple arte de matar", 1950), el detective de la novela de Kyle «no tiene vida privada salvo en la medida en que debe comer, dormir y tener un lugar donde guardar la ropa. No hace nada por sí mismo y, en ocasiones, quebranta la ley porque él representa a la justicia y no a la ley». El caso a resolver

incluye tres asesinatos. Dos cuerpos son encontrados en un viejo edificio de okupas, ambos con un arma de fuego en alguna de sus manos. Uno de ellos presenta una herida de bala en la sien y está sumergido en una bañera llena de agua, aparentemente se ha suicidado. El otro se encuentra en el suelo, con una bala en el pecho. Los estudios forenses muestran que el arma del de la bañera fue usada para asesinar al hombre del suelo, y que el arma de este último fue disparada al menos tres veces. No se detecta ninguna perforación de bala en las paredes ni en el techo de la habitación. En el salón contiguo se aprecian manchas de sangre, la cual será compatible con un tercer cuerpo, localizado a las afueras del museo de arte de la ciudad. Este último está completamente mojado –la tormenta de la noche anterior bien podría haberse llamado diluvio universal–, además presenta tres heridas de bala, ninguna de ellas provocada por las armas encontradas en el edificio de okupas.

Lucio Kyle, el autor de la novela, nos hace saber que el estudio de residuos GSR (gunshot residue) realizado en la mano izquierda y la ropa del cuerpo del suelo determinó la presencia de diferentes concentraciones de plomo (Pb), [antimonio](#) (Sb) y bario (**Ba**), además de otros elementos químicos. Esta información es importante para entender la trama porque la composición PbSbBa forma parte de los residuos asociados con la descarga de un disparo de arma de fuego (GSR), por lo que el individuo del suelo debió disparar un arma antes de morir –siempre que fuese zurdo–. Sin embargo, los elementos PbSbBa también pueden provenir de otras fuentes. Incluso podrían "sembrarse" en la escena de algún crimen para despistar a las autoridades y entorpecer la investigación.

En su narración, Kyle nos aclara que los residuos GSR encontrados en el cuerpo del suelo no coinciden con los del arma correspondiente. Así que, si el hombre del suelo hizo algún disparo, el arma en cuestión no fue la que tenía en su mano izquierda. Del cuerpo en la bañera ni hablar, se sabe que el agua



Estudio de residuos GSR (gunshot residue), determina la presencia de plomo, bario y antimonio (PbBaSb) mediante microscopía electrónica de barrido (SEM).

difumina los residuos GSR haciendo imposible cualquier análisis certero al respecto. Aquél hombre bien pudo haber disparado al individuo del suelo y luego hacer lo propio consigo mismo, o nunca haber disparado un arma. Cabría sospechar que alguien se había tomado la delicadeza de aparentar el "suicidio" del bañista, sumergiendo el cuerpo en la tina para borrar cualquier evidencia. La intriga no estaría completa sin la presencia de Emma, la atractiva mujer del hombre hallado en el museo y amante del director de la Orquesta Sinfónica de la ciudad...

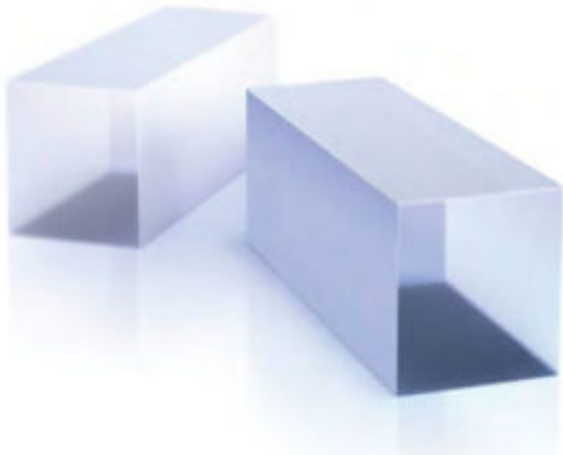
Se anuncia que la siguiente estación es 18 de Marzo, guardo la novela de Kyle en mi mochila y me dispongo a descender del vagón. Abriéndome paso entre la multitud abandono las instalaciones del metro. Un taxi me deja en la entrada del Cinvestav.

Son las 6 de la tarde. Reviso los libreros de mi oficina en busca del libro de Roy Glauber (Quantum Theory of Optical Coherence) y me tropiezo con un antiguo número de la revista Nature. ¿Qué diablos hace esto aquí? Hojeo la revista con curiosidad, en la sección de noticias se puede leer «Un diente infantil revela los hábitos de lactancia neandertales». La nota hace referencia a una investigación sobre la distribución de bario en dientes, tanto de crías humanas como de macacos en cautiverio. Me acomodo en la silla frente a mi escritorio. Los autores indican que las diferentes concentraciones de bario en los dientes estudiados reflejan con precisión las transiciones de la dieta de sus antiguos poseedores, desde la lactancia hasta el proceso de destete. Básicamente, la investigación muestra que la cantidad de bario aportada por la leche materna en una cría es superior a la que se le aporta a través del cordón umbilical durante la gestación. Resulta que este elemento químico se acumula en el esmalte y la dentina durante la lactancia, y su distribución disminuye drásticamente cuando la cría depende de otras fuentes de alimento. Honestamente, nunca hubiese imaginado que el bario también fungiera como detective para desentrañar el tipo de alimentación que recibimos mientras portamos los famosos "dientes de leche".



Las diferentes concentraciones de bario en los dientes estudiados reflejan con precisión las transiciones de la dieta de sus antiguos poseedores.

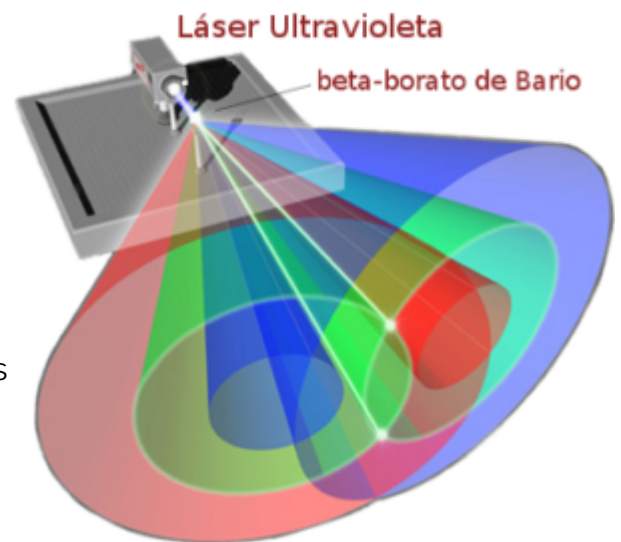
Sigo leyendo. Entre los resultados también se reportan las transiciones alimentarias de un joven neandertal del paleolítico medio cuyos restos fósiles fueron hallados en la cueva de Scladina, en Bélgica. El niño neandertal fue alimentado exclusivamente con leche materna hasta los siete meses, después recibió complementos alimenticios por otros siete meses, y fue destetado cuando tenía un poco más de un año. Esta clase de investigaciones siempre me resulta impresionante. La capacidad de nuestra ciencia para hurgar en el pasado, presente y futuro de todo aquello que nos rodea es cada vez más poderosa. Y el bario... tan inocente que se ve el símbolo **Ba** en la Tabla Periódica... El sonido emitido por mi celular me regresa a la Tierra e indica que tengo un mensaje de texto. Mi amiga y colega Sara Cruz, Jefa del Laboratorio de Fenómenos Cuánticos de la UPIITA-IPN, me indica que acaban de llegar los cristales BBO que se solicitaron hace unas semanas.



Cristales de beta-borato de bario (BBO)

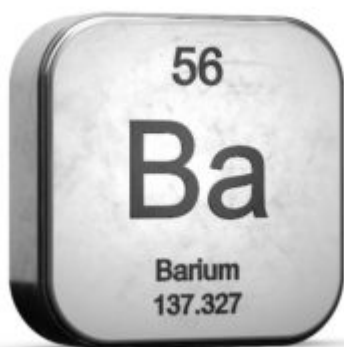
Los cristales de beta-borato de bario (BBO) representan un medio óptico no-lineal, existen en dos formas: alfa y beta. Nuestro grupo de investigación, el Bar Quantum, está interesado en los cristales del tipo beta porque se les puede usar para generar fotones individuales con el proceso conocido como conversión espontánea paramétrica descendente. En forma sencilla, lo que hacemos es bañar uno de estos cristales con luz de láser (en nuestro caso se trata de un láser violeta, visible con el ojo desnudo) para generar luz en el infrarrojo (no visible con el ojo desnudo, pero detectada en forma de calor por nuestra piel). Los ingredientes fundamentales de la luz son paquetes de energía que los físicos llamamos fotones y que obedecen las leyes de la física cuántica. Cuando bañamos al cristal con el láser violeta, algunos de los fotones que componen esta luz son absorbidos por el BBO.

La gran mayoría de estos fotones son después re-emitidos por el cristal, lo que genera una burbuja de luz violeta. Sin embargo, de vez en cuando, alguno de los fotones atrapados por el BBO es destruido para generar un par de fotones nuevos, estos últimos en la frecuencia del infrarrojo. Cada par de fotones infrarrojos nace con una maldición: la suerte de uno de ellos depende de la suerte del otro. Al detectar uno de los fotones del par sabremos con certeza muchas de las propiedades del otro. Hablamos de entrelazamiento cuántico cuando las propiedades cuánticas de un par de sistemas están correlacionadas de esta forma (ver por ejemplo ). En el Bar Quantum estudiamos éste y otros fenómenos físicos asociados con los sistemas cuánticos, tanto teóricamente como experimentalmente. Los cristales de borato de bario resultan así importantes para verificar los fundamentos de la física cuántica en laboratorios de bajo costo, opinión compartida por muchos investigadores alrededor del mundo. Tocan a la puerta, es Kevin, uno de mis estudiantes de doctorado, quiere discutir algunos de sus resultados conmigo.



© European Space Agency

A las diez de la noche abro mi correo electrónico, hay un mensaje de Carlos Ruíz, promotor de la idea de festejar el Año Internacional de la Tabla Periódica con una serie de artículos en C<sup>2</sup> que tomen de la mano al lector y lo introduzcan en el mundo de los elementos químicos de forma sencilla y –preferentemente– amena. Me recuerda que estoy atrasado con la entrega del artículo para el bario y me ruega pisar el acelerador (gajes de su oficio de editor, supongo). Mi primera intención es contestar el mensaje con «querido amigo, no desesperes, el texto viene en camino», pero recuerdo que ya he usado ese recurso antes. Esta vez prefiero contestar enviando el texto correspondiente. Reviso los materiales que tengo preparados para el documento... veamos, ya contamos con la parte aburrida:



Bario, símbolo **Ba**, número atómico 56, peso atómico 137.328, quinto elemento del grupo 2, periodo 6, metal alcalinotérreo de color plata . Los minerales más comunes que lo contienen son el sulfato de bario y el carbonato de bario. Su nombre proviene de la voz griega barys, que significa pesado. Se le identificó como un elemento nuevo de la tabla de Mendeleev en 1774 (Carl Scheele), y fue aislado por electrólisis en 1808 (Sir Humphry Davy). Es uno de los elementos más reactivos de su grupo, así que no se le encuentra en la naturaleza como elemento libre. De hecho, su preparación en forma pura es muy difícil de conseguir, por lo que algunas de

sus propiedades se resisten a ser estudiadas y medidas con precisión. Se le conocen cerca de 40 isótopos. Se usa en la aleación de metales, para remover gases en tubos de vacío, en criminalística para determinar los residuos GSR y en el trazado del historial alimenticio de primates jóvenes. Igual que otros metales alcalinotérreos, el bario se usa para remover agua de algún material (es decir, como desecante) y en pirotecnia (produce "burbujas" luminosas de color verde). En su forma de sulfato encuentra usos en las industrias del petróleo, pinturas y polímeros. Por su opacidad a los rayos X, el sulfato de bario también se usa como medio de contraste en las radiografías del tracto digestivo.

Ya es tarde, preparo mis cosas para marchar a casa. Recuerdo que he venido sin auto a la oficina y llamo un taxi. En el camino encontramos una peregrinación que se dirige hacia la Villa... decenas de personas caminando en fila mientras cantan a sus santos. Se oye el tronido de cuetones y miro al cielo, bombas de luces multicolor iluminan el andar de los peregrinos. El verde de algunas burbujas de luz es tan intenso que se antoja irreal. ¿Cómo voy a iniciar el texto del bario para C<sup>2</sup>?... el síndrome de la primera línea. Ya se me ocurrirá algo mañana. C<sup>2</sup>

## Referencias:

- I.M. Cerezo, La evolución del detective en el género policiaco, Revista electrónica de estudios filológicos, Número 10, Noviembre 2005.
- Standard Practice for Gunshot Residue Analysis by Scanning Electron Microscopy/Energy Dispersive X-Ray Spectrometry, [https://compass.astm.org/EDIT/html\\_annot.cgi?E1588+17](https://compass.astm.org/EDIT/html_annot.cgi?E1588+17), consultado el 6 de Junio de 2019.
- S. Perkins, Infant tooth reveals Neanderthal breastfeeding habits. Chemicals in primate teeth reveal transition to solid food, Nature, 22 May 2013.
- C. Austin et.al., Barium distributions in teeth reveal early-life dietary transitions in primates, Nature 498, 216-220 (2013).
- L.M. Procopio, O. Rosas-Ortiz, V. Velázquez, On the geometry of spatial biphoton correlation in spontaneous parametric down conversion, Math. Meth. Appl. Sci. 38, 2503-2061 (2015)
- A.D. Aczel, Entrelazamiento, Crítica, Madrid, 2004
- A. Zeilinger, Dance of the Photons: From Einstein to Quantum Teleportation, Farrar, Straus and Giroux, New York, 2010
- B. Ham, The Periodic Table, Chelsea House, New York, 2008