

- Comprobar la integridad: ramas principales con más o menos causas secundarias que las demás o con menor detalle.

Para realizar la actividad el docente deberá:

1. Describir detalladamente un caso real o ficticio de envenenamiento por arsénico sin decir cuál ha sido la causa. Por ejemplo: “un pintor amanece muerto en su estudio después de haber pasado la noche con náuseas, vómitos e intensos dolores abdominales (según declaraciones de su ama de llaves). La autopsia revela daño hepático y edema agudo de pulmón. Las paredes del estudio del pintor están recubiertas de papel tapiz. En su interior se encuentra una paleta con verde de Scheele y verde de París. Antes de morir, aparentemente ha tomado una taza de café y un trozo de pan, cuyas migajas están en el plato. Se presupone que ha muerto envenenado”.
2. Realizar con los estudiantes una lluvia de ideas sobre las posibles causas de envenenamiento.
3. No importa si los estudiantes formulan hipótesis erróneas, éstas también se tomarán en cuenta.
4. Después de realizar la lluvia de ideas, pedir a cada estudiante que elija entre las hipótesis formuladas la que en su concepto es la más factible. Los estudiantes que elijan la misma hipótesis deberán reunirse en un mismo equipo. Cada equipo debe tener máximo cinco integrantes.

5. Pedir a los estudiantes de cada equipo que investiguen en Internet y otras fuentes de información sobre materiales de la vida cotidiana que contengan arsénico, con el fin de conseguir por lo menos cinco argumentos a favor, y/o en contra, de su hipótesis.
6. Realizar una discusión en clase con los argumentos de cada uno de los grupos, y generar a partir de ella un diagrama causa-efecto en el que se sinteticen las principales conclusiones de la actividad.

Los estudiantes deberán:

1. Formular hipótesis tentativas sobre las causas del envenenamiento a partir de sus conocimientos previos y compartirlas con sus compañeros.
2. Elegir, a partir de sus hipótesis y de las de sus compañeros, la que más se ajuste a sus creencias.
3. Reunirse con sus compañeros de grupo para investigar en Internet y/o en otras fuentes de información, por lo menos cinco argumentos que estén a favor y/o en contra de la hipótesis seleccionada. Estos argumentos deben escribirlos en orden y claramente en sus cuadernos o en un procesador de textos.
4. Participar en la discusión grupal y aportar ideas para la elaboración de un diagrama causa-efecto final en el cual se sinteticen las principales conclusiones. Este diagrama se hará en el pizarrón o utilizando software especializado.

(Fuente: EDUTEKA, publicación enero 21 de 2006; modificado para la actividad planteada).

IV. Mesografía consultada

Aprendizaje visual. www.eduteka.org/modulos/4/86

Cmap Tools. <http://cmap.ihmc.us>

Agencia de noticias para la Difusión de la Ciencia y la Tecnología (DiCYT). www.dicyt.com/noticias/bacterias-y-algas-se-asocian-para-producir-oxigeno-a-partir-de-arsenico-en-lagunas-de-altura

Los profesores pueden copiar esta guía para su uso en clase. Para cualquier otro uso es necesaria la autorización por escrito del editor de la revista.



¿cómo ves?

Guía didáctica para abordar en el salón de clases el tema de este artículo



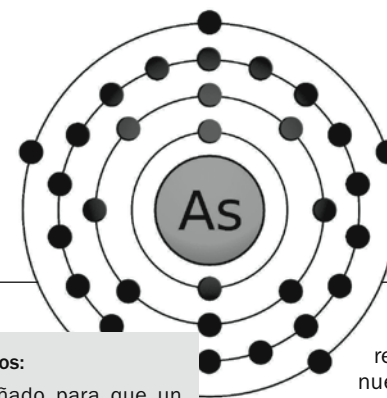
Por: Clara Puchet Anyul y Sirio Bolaños



De: Laura Gasque

El arsénico

Más que un veneno



Abril 2011 • No. 149, p. 22

Maestros:

Esta guía se ha diseñado para que un artículo de cada número de *¿Cómo ves?* pueda trabajarse en clase con los alumnos, como un complemento a los programas de ciencias naturales y a los objetivos generales de estas disciplinas a nivel bachillerato. Esperamos que la información y las actividades propuestas sean un atractivo punto de partida o un novedoso “broche de oro” para dar un ingrediente de motivación adicional a sus cursos.

relacionarla con la vida y con nuevos materiales asociados con nuestro bienestar.

II. El arsénico: entre la vida y la muerte

Aparentemente hablar del arsénico y la vida parece una contradicción. Casi todos hemos oído decir que por ingerir arsénico han muerto famosos personajes históricos y de ficción. El arsénico es un veneno muy poderoso, cuya vida media dentro del organismo es de 10 horas. Actúa inhibiendo la fosforilación oxidativa, lo que impide que se lleve a cabo la respiración celular. ¿De qué manera se relacionan entonces arsénico y vida?

Recientemente unos investigadores de la NASA afirmaron haber descubierto una bacteria que es capaz de metabolizar arsénico en ausencia de fósforo. La química de la vida está basada en seis elementos: carbono (C), oxígeno (O), hidrógeno (H), nitrógeno (N), azufre (S) y fósforo (P). Según estos investigadores, la bacteria de la cepa GFAJ-1,

I. Relación con los temarios del Bachillerato UNAM

El artículo de referencia que les proponemos para trabajar con sus alumnos se relaciona con las materias de química y biología. A pesar de que la sola mención de la palabra “arsénico” nos remite automáticamente a “veneno” y “muerte”, veremos que es posible



pertenciente a la familia de las Halomonas, que fue encontrada en el lago Mono de California, puede crecer en presencia de arsénico y metabolizarlo.

El arsénico y el fósforo están muy cerca en la tabla periódica y son elementos bastante parecidos. Hay organismos capaces de utilizar el arsénico como fuente de energía (oxidando el arsenito convirtiéndolo en arsenato y se quedan con los electrones). Otros son capaces de respirarlo (reducen el arsenato convirtiéndolo en arsenito y se deshacen de los electrones) como nosotros el oxígeno. Otros más son capaces de resistirlo sin sacarle ni provecho ni daño.



organismos que empleen otros elementos químicos.

La postura de la ciencia es dudar, reconsiderar, plantear nuevas hipótesis e intentar corroborarlas, de modo que la última palabra aún no está dicha. Quizá esta sea la cualidad más fascinante del saber científico.

IV. El arsénico y los nuevos materiales

Vivimos en una época en la que los nuevos materiales han revolucionado desde las telas de la ropa con que nos vestimos hasta los alimentos que comemos, y también se han diseñado o descubierto materiales totalmente nuevos que componen varios de los dispositivos que forman parte de nuestra vida cotidiana.

Uno de estos nuevos materiales es el arseniuro de galio (GaAs), que se está usando en sustitución del silicio, a pesar de que es mucho más costoso. El éxito radica en su eficiencia para generar energía eléctrica. No sólo está presente en los satélites artificiales, sino en teléfonos celulares, iPods y reproductores de CD. El arsénico, villano de las novelas y las películas, ha sido puesto al servicio de nuestro bienestar.

V. Actividades para el aula

Dado que no podemos trabajar con arsénico en el aula, les proponemos usar un *diagrama causa-efecto* para que los estudiantes investiguen, comprendan y analicen la relación entre una causa: pinturas a base de arsénico, y sus efectos: envenenamiento. La actividad puede resultar muy atractiva para los alumnos, pues se trata de que resuelvan un caso a la usanza de Sherlock Holmes.

Si la actividad se realiza en el salón de clase se requiere lápiz y papel o pizarrón

III. ¿Una nueva química de la vida?

Desde hace algún tiempo se han descubierto bacterias extremófilas (que viven en condiciones extremas de temperatura, presión, radiaciones, acidez o alcalinidad) que pueden respirar arsénico. La investigación que mencionamos en el párrafo anterior nos habla de bacterias que supuestamente metabolizan el arsénico y lo incorporan a su ADN. Muchos científicos se han mostrado abiertamente escépticos y otros más se han ofrecido a colaborar para dilucidar el asunto.

La respuesta de los químicos ha sido contundente: los enlaces arsénico-oxígeno que tendría semejante molécula duran muy poco tiempo, mientras que los enlaces fósforo-oxígeno de la molécula de ADN podrían durar millones de años.

Si los enlaces arsénico-oxígeno son tan lábiles bajo las condiciones descritas, ¿será posible que no lo sean bajo las condiciones en que habitan las bacterias GFAJ-1?

Por ahora la única química de la vida que conocemos es la que existe en el planeta Tierra. No hemos descubierto vida en otros planetas, ni

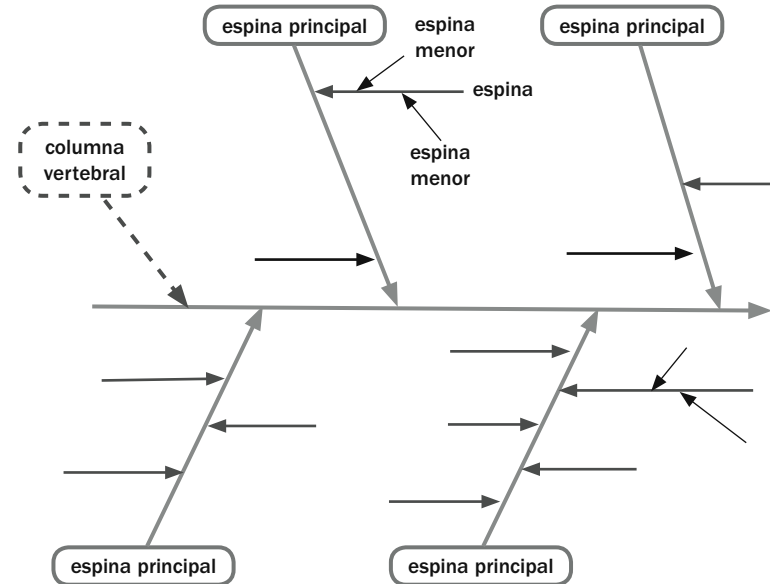
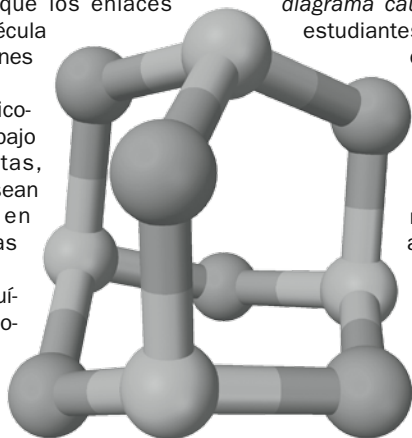


Diagrama causa-efecto.

plumones. Si se cuenta con un aula de cómputo, se puede utilizar un *software* especializado (por ejemplo: Cmap Tools) y conexión a Internet.

Una de las pistas importantes para resolver el caso está en el artículo de referencia, el cual habrá que leer poniendo especial atención en las enfermedades relacionadas con el arsénico y los materiales que lo contienen. Estos podrían ser la causa de la muerte del personaje cuya historia queremos desentrañar.

¿Qué es un diagrama causa-efecto?

El diagrama causa-efecto, también llamado diagrama de Ishikawa en honor a su creador, Kaoru Ishikawa, o diagrama de espina de pescado, está compuesto por un recuadro (cabeza), una línea principal (columna vertebral) y cuatro o más líneas que apuntan a la línea principal, formando un ángulo aproximado de 70° (espinas principales). Estas últimas poseen a su vez dos o tres líneas perpendiculares (espinas menores), según sea necesario.

En el caso planteado la cabeza es la muerte por envenenamiento, las espinas principales son las causas potenciales (el café, el pan, las pinturas de la paleta del pintor, el papel tapiz que recubre las paredes,

el ama de llaves, etc.), las espinas menores son, por ejemplo, que las pinturas verde de Scheele y verde de París contienen arsénico, y habrá que añadir las que surjan de la discusión grupal.

Este tipo de diagrama ayuda a los alumnos a pensar en todas las causas posibles de un suceso y no solamente en las más obvias. Además motiva la discusión grupal, amplía la comprensión del problema y permite tomar decisiones y elaborar planes de acción.

¿Cómo elaborar un diagrama causa-efecto?

- Definir claramente el efecto cuyas causas se quiere identificar.
- Encuadrar el efecto a la derecha y dibujar una flecha gruesa central que le apunte.
- Usar una lluvia de ideas, con un enfoque racional, para identificar las posibles causas.
- Distribuir y unir las causas principales a la recta central mediante líneas a 70°.
- Añadir causas menores a las causas principales, perpendicularmente a las líneas inclinadas.
- Descender de nivel hasta llegar a las causas raíz (fuente original del problema).
- Comprobar la validez lógica de la cadena causal.