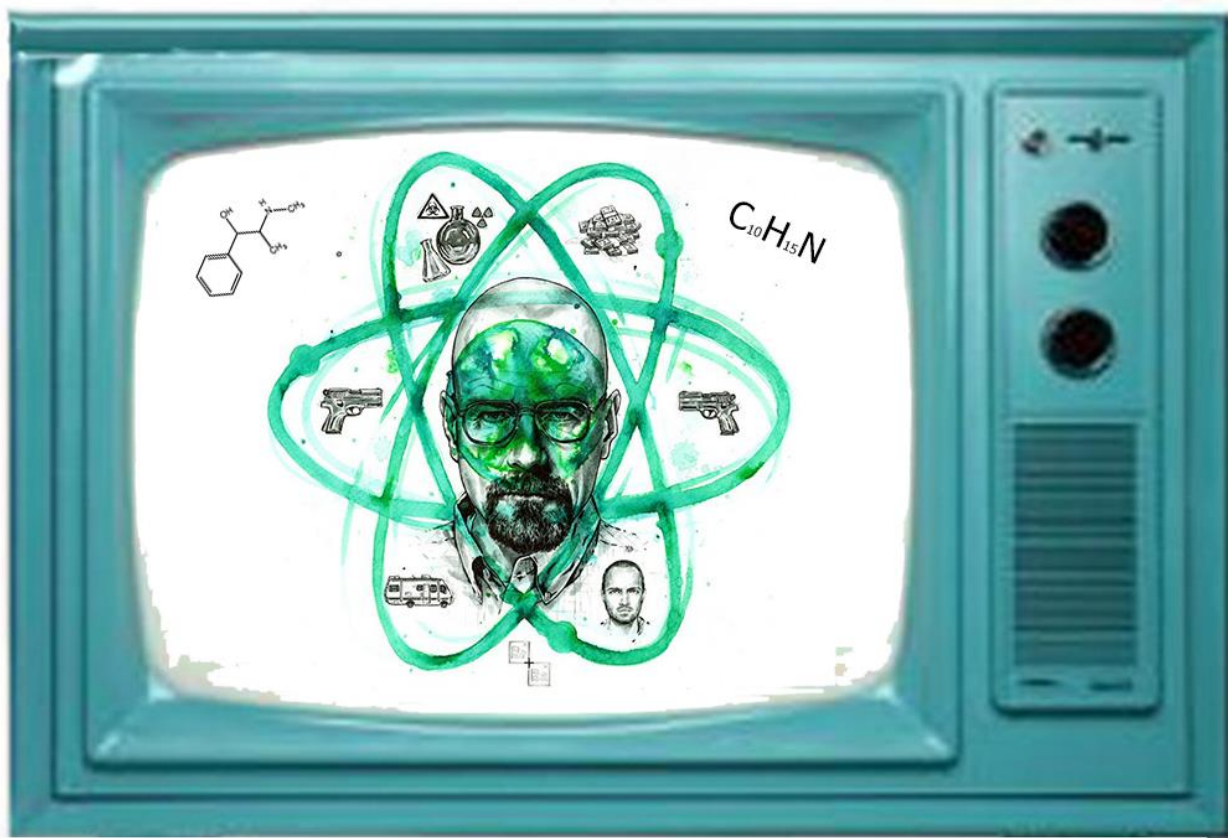

BREAKING BAD Y LA QUÍMICA

- estudio de reacciones químicas -



22 DE OCTUBRE DE 2014
NATALIA CHUECO Y ANDREA ANDRÉS
Bachillerato científico
Tutor/a: Anna Martí Palet

ÍNDICE

1. PLANTEAMIENTO.....	3
2. INTRODUCCIÓN.....	3
3. INFORMÉMONOS: ¿QUÉ ES BREAKING BAD Y QUIÉN ANDA TRAS LA QUÍMICA DE <i>BREAKING BAD</i> ?.....	4
4. ENUNCIADOS QUÍMICOS.....	6
4.1. Ácido	6
4.1.1. La química de <i>Breaking Bad</i>	6
4.1.2. El ácido fluorhídrico.....	7
4.1.3. Práctica.....	8
4.2. Batería de mercurio.....	14
4.2.1. La química de <i>Breaking Bad</i>	14
4.2.2. La batería de mercurio.....	15
4.2.3. Práctica.....	15
4.3. Fuegos de colores	18
4.3.1. La química de <i>Breaking Bad</i>	18
4.3.2. Ensayo a la llama	19
4.3.3. Práctica.....	20
4.4. Explosivo.....	22
4.4.1. La química de <i>Breaking Bad</i>	22
4.4.2. Fulminato de mercurio	23
4.5. Toxinas.....	24
4.5.1. La química de <i>Breaking Bad</i> - Ricina.....	24
4.5.2. La ricina.....	25
4.5.1. La química de <i>Breaking Bad</i> - Saxitoxina.....	25
4.5.2. La saxitoxina.....	26
4.6. “Blue meth”.....	27
4.6.1. La química de <i>Breaking Bad</i>	27
4.6.2. The harmful drugs	29
4.6.3. Meth.....	29
4.7. Fabricación de jabón	30
4.7.1. La química de <i>El club de la lucha</i>	30
4.7.2. Fabricación de jabón con ácidos grasos.....	30
4.7.3. Práctica.....	31
4.9. Quemadura química	35

4.9.1. La química de <i>El club de la lucha</i>	35
4.9.2. El hidróxido de sodio.....	36
4.9.3. Práctica.....	36
4.10. Sangre con peróxido de hidrógeno.....	38
4.10.1. Práctica.....	39
4.11. Otras reacciones curiosas.....	40
5. CONCLUSIONES.....	41
6. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA.....	43
7. AGRADECIMIENTOS.....	49
8. ANNEXO.....	50
8.1. Peligrosidad (simbología y frases).....	50
8.1.1. Frases de riesgo y seguridad.....	50
8.1.2. Pictogramas de riesgo.....	50
8.2. Puntos de fusión y ebullición de las sustancias tratadas.....	53
9. GLOSARIO.....	54

1. PLANTEAMIENTO

Para empezar el trabajo nos surgió la siguiente pregunta:

¿Son fieles a la realidad las reacciones químicas que se emiten en los medios de comunicación?

Tras esta cuestión, acordamos unos objetivos:

- Determinar y clasificar la rigurosidad científica de los enunciados químicos que encontramos tras estudiarlos.
- Llevar a cabo una reacción química determinada utilizando reactivos y materiales distintos.
- Estudiar reacciones del organismo frente al consumo de estupefacientes. Profundizar, en concreto, en la metanfetamina.

Y formulamos unas hipótesis sobre su rigurosidad científica:

1. *Breaking Bad* es fiable.
2. Los anuncios de televisión tienen mucho más margen de error, por tanto, más falacias.
3. Los mensajes escritos en pizarras (que aparecen en series, películas...) suelen ser absurdos.

2. INTRODUCCIÓN

A través de la televisión, Internet y otros medios de comunicación, se han llegado a mostrar muchos aspectos relacionados con la ciencia y, por tanto, con la química. Nosotras nos planteamos, básicamente mediante el proyecto propuesto por “Programa Argó”, centrarnos en la química mostrada en la serie de televisión *Breaking Bad*. Tras saber que no teníamos la plaza, nos quedaban dos opciones: o cambiar el tema, o intentar llevar a cabo una investigación similar.

Finalmente decidimos hacerlo con nuestros propios medios y, después de consultar a nuestra tutora, ampliamos el objetivo, no únicamente esta serie televisiva, sino a analizar la certeza de enunciados químicos generales, abriendo más posibilidades a nuestro trabajo. Para empezar, planteamos unos objetivos para enfocar nuestro método de búsqueda. Formulamos unas afirmaciones personales, las cuales tendríamos que ir estudiando a lo largo del trabajo.

Al empezar la búsqueda de anuncios y mensajes en segundos planos, nos dimos cuenta de que no había tantos como habíamos creído en un principio. Por ello nos vimos obligadas a buscar alternativas y después de barajar opciones, decidimos cambiar los anuncios y mensajes por la película *El club de la lucha* y algunas imágenes que encontramos en formato “.gif”.

Las reacciones químicas que se presentan en televisión o en Internet, mostrando únicamente su apariencia, dieron lugar a la pregunta general: es, todo esto ¿realmente posible? Nosotras queremos comprobarlo.

Este estudio se hace con el objetivo de determinar en qué grado de veracidad se sitúan las reacciones químicas extraídas de series, películas e Internet. Hemos decidido nombrar *enunciados químicos* a estas afirmaciones de carácter científico.

La estructura del trabajo se divide en tres grupos:

En primer lugar, trataremos con los enunciados químicos de la serie *Breaking Bad*, que constituye la mayor parte del trabajo. En total escogimos seis enunciados químicos de los cuales hemos hecho una parte teórica, y de los tres primeros, decidimos hacer una parte práctica.

En segundo lugar, se encontrarán dos enunciados químicos de la película *El club de la lucha*, de los que hemos decidido hacer parte práctica. Para ello, tanto de *Breaking Bad*, como de *El club de la lucha*, hemos extraído situaciones discutibles desde el punto de vista de la química, para recrearlas en experiencias, y así poder concluir su rigurosidad científica.

Finalmente, acabamos con unas reacciones curiosas que encontramos en formato “.gif”, donde escogimos uno para trabajarlo tanto teórica como prácticamente. En este caso, hacemos una réplica de lo que se ve en el gif, dónde su veracidad depende exclusivamente de la apariencia de la reacción.

La decisión de hacer parte práctica de un enunciado químico la hemos tomado según la posibilidad de obtención del material necesario y el peligro que pudieran suponer cada una de las reacciones.

3. INFORMÉMONOS: ¿QUÉ ES BREAKING BAD Y QUIÉN ANDA TRAS LA QUÍMICA DE *BREAKING BAD*?

Debido a que nos centramos más a fondo en la serie *Breaking Bad*, queríamos informarnos sobre de dónde proviene el conocimiento de química que hay tras esta serie televisiva. Pese a que toda serie puede tener sus errores, *Breaking Bad* ha sido calificada como una serie con una base científica muy buena, y antes de analizar algunas de sus reacciones químicas mostradas en los

capítulos, queríamos saber quién es aquella persona que lleva las riendas de la ciencia en este gran éxito de serie.



Imagen 1: Donna J. Nelson

Buscando información sobre este tema, nos dimos cuenta de que la mayor parte de esta se encontraba en páginas en inglés. Esto, suponemos, se debe a que la serie es americana, y hay más artículos sobre *Breaking Bad* que en medios españoles. La persona que buscábamos es una mujer llamada Donna J. Nelson (*Imagen 1*). Donna Nelson es una profesora de química orgánica en la Universidad de Oklahoma. Su investigación trata sobre la caracterización de los nanotubos de carbono y los enlaces entre carbono-carbono. Otro de sus objetivos es el promover la educación de la química como medio para conseguir aumentar el número de químicos e ingenieros en el ámbito laboral.

Algo que llamaba la atención a los espectadores sobre Donna, era su participación como asesora, a partir de la segunda temporada, en la serie *Breaking Bad*. Durante la primera temporada, una revista titulada *Chemical & Engineering News* entrevistó a Vince Gilligan –creador de la serie–. Vince dijo que sus escritores no tenían ninguna base científica y que daría la bienvenida a cualquier comentario constructivo de personas con conocimientos químicos. Donna Nelson aceptó esa propuesta con la intención de ayudar al show y a sus espectadores.

Una duda muy frecuente surge de la característica de la metanfetamina de Walter White, es decir, de su color azulado. Donna afirma que, de la metanfetamina más pura que ha llegado a sintetizar, no ha visto nada parecido. Opina que es algo que no ve realista, pero que es parte de la licencia artística que se permitió dar a los creadores.

Donna comenta que aspectos como el color azulado de la metanfetamina, muchas veces son juzgados como si *Breaking Bad* se tratara de un programa de enseñanza sobre la ciencia, cuando no es así. Ella dice que hay momentos en los que hay que dejar que los escritores gocen de una licencia artística, y que es algo que así podía caracterizar de manera más memorable la metanfetamina del personaje Walter White.

La asesora se siente orgullosa de afirmar que *Breaking Bad* ha sido también un medio que ha fomentado el interés por la química.

4. ENUNCIADOS QUÍMICOS

Antes de la presentación de cada uno de los enunciados químicos que hemos trabajado, queremos introducir más generalmente unos conocimientos previos sobre el tema.

Todo este trabajo de investigación se centra en las reacciones químicas, es decir, en todo aquél proceso termodinámico donde una o varias sustancias –elementos o compuestos–

iniciales (reactivos), gracias a algún factor energético se transforman, pasando a unas sustancias finales (productos), donde ha cambiado su estructura. A la representación de estas se les llama ecuaciones químicas.



Imagen 2: La química

4.1. Ácido

4.1.1. La química de *Breaking Bad*

En la serie *Breaking Bad*, vemos varias veces cómo los personajes se sirven de ácido fluorhídrico para disolver cuerpos, entre otras cosas. Esto se muestra por primera vez en el capítulo «*The Cat's in the Bag...*» (1x02)*, pese a ser usado múltiples veces. En este capítulo Walter White le indica a Jesse Pinkman que debe hacer uso de un recipiente de polietileno (le indica que para reconocerlo, estos contienen un triángulo en el fondo con las letras LDPE).

Después de hacer una búsqueda sobre ello, vemos que es algo que ha traído controversia, ya que se pueden encontrar distintas opiniones sobre éste mismo hecho.

Por una parte se afirma que no es posible disolver un cuerpo en ácido fluorhídrico (se nombra la existencia de otros compuestos capaces de hacer esta función, como un ácido oxidante o bases), sino que se puede dañar gravemente.

Sin embargo, en la página web “triplenlace” se afirma que para disolver un cuerpo entero con ese ácido, sí que es posible pero haría falta una cantidad mucho mayor a la que cabe en un barril cómo los que se usan en la serie.

* (1x02) significa “Temporada 1, capítulo 02”



Imagen 3: Acción del ácido fluorhídrico (1x02)

Ante la duda de la veracidad, el programa *MythBusters* también participó en el debate intentando reproducir la situación de la serie. Usando diferentes tipos de materiales que encuentran en la escena del capítulo mencionado (*Imagen 3*), llegaron a concluir que no era

posible. El ácido apenas afectaba a los materiales que aparecían en las escenas (plástico LDPE, materia orgánica del cadáver, cerámica de la bañera, madera del parqué y metal de las tuberías) y no pudieron conseguir más que una masa sanguinolenta que no se disolvió. Afirmaron que se necesita mucha más cantidad de ácido y tiempo para que cause los daños que *Breaking Bad* refleja.

4.1.2. El ácido fluorhídrico

Este ácido es la solución acuosa de fluoruro de hidrógeno ($\text{HF}_{(aq)}$), líquido a temperatura ambiente.

Corroe los silicatos contenidos en la mayoría de vidrios y cerámicas.

No se puede manipular en cualquier plástico, porque también los ataca, a excepción de fluorocarbonados (como el teflón), el polietileno clorosulfonado, el caucho natural y el neopreno.

También ataca a esmaltes, cemento, caucho, cuero, metales (a excepción del níquel y sus aleaciones), y compuestos orgánicos.

Todas estas reacciones/corrosiones son debidas al ion fluoruro que se produce en la disociación¹ del ácido.

A pesar de su carácter corrosivo, no es considerado un ácido fuerte², ya que en su disociación produce pocos iones H_3O^+ (disociación: $\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_3\text{O}^+ + \text{F}^-$), es decir, no se disocia totalmente cuando se encuentra disuelto en agua, estableciéndose un equilibrio químico³.

No es inflamable, pero reacciona fuertemente con bases, originando peligro de explosión.

- La información sobre los puntos de fusión y ebullición de este compuesto se encuentra en el anexo -

Peligrosidad:

- La información desarrollada sobre la peligrosidad se encuentra en el anexo -



R20/21/22, R23/24/25, R26/27/28, R34, R35, R36/37/38

4.1.3. Práctica

Puesto que no podemos emular la escena de la serie, debido a su peligrosidad, hemos decidido utilizar ácidos fuertes a nuestro alcance con los tipos de materiales a los que el HF ataca. Sabiendo que el HF es un ácido débil, también hemos decidido usar ácidos de uso cotidiano.

Objetivos

1. Reproducir de manera alternativa la escena presentada en la serie *Breaking Bad* para comprobar los efectos de los ácidos ante diferentes tipos de materiales, tanto orgánicos como inorgánicos.
2. Comparar los efectos de ácidos fuertes de los que disponemos con los de otros ácidos de uso cotidiano sobre los mismos materiales.

Problemas

¿Puede un solo ácido atacar todos los materiales, como sucede en *Breaking Bad*?

Hipótesis

Podría ser que algunos de ellos corroyeran materia orgánica sin dificultad, aunque seguramente no de manera tan rápida como se muestra en la serie.

Podría ser que algunos de ellos corroyeran la materia inorgánica (excepto plásticos) en un largo período de tiempo.

Podría ser que el plástico de Walter resistiera todos los ácidos que vamos a usar.

Podría haber algún ácido capaz de afectar a todos los materiales.

Fundamento teórico

La información mostrada en el apartado 4.1.2 junto a la ampliación siguiente, juntas constituyen el fundamento teórico total de esta memoria.

La ampliación consta de información básica de algunos materiales que usaremos en la práctica. Está constituida por la fórmula del compuesto, su nombre sistemático, las indicaciones de riesgo y los puntos de fusión y ebullición. Con esta última característica sabremos el estado físico del compuesto a temperatura ambiente.

- **Ácido acético (vinagre):** El ácido acético (ácido etanoico) se encuentra en el vinagre, dándole el sabor y olor agrios propios de este. Su fórmula molecular es $\text{CH}_3\text{-COOH}$ ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$).
Punto de fusión: 17°C .
Punto de ebullición: 118°C .
Peligros: R10, R35, S23c, S26 y S45.
Sus símbolos de peligrosidad son: inflamable, corrosivo, irritación cutánea, peligroso por aspiración.
- **Ácido clorhídrico:** El ácido clorhídrico (sulfumán, cloruro de hidrogeno o ácido muriático), es un ácido fuerte, incoloro, tóxico y corrosivo. Su fórmula molecular es HCl .
Punto de fusión: -114°C
Punto de ebullición: -85°C
(Por lo tanto, el ácido "líquido" que se usa en laboratorios y como producto de limpieza, es un gas disuelto en agua).
Peligros: R34, R37, S26, S36, S45.
Sus símbolos de peligrosidad son: corrosivo y toxicidad aguda.
- **Ácido sulfúrico:** El ácido sulfúrico (tetraoxosulfato (VI) de hidrogeno), es un ácido fuerte, incoloro, corrosivo y diprótico. Su fórmula molecular es H_2SO_4 .
Punto de fusión: 10°C
Punto de ebullición (se descompone): 340°C
Peligros: R35, S26, S36/37/39, S45.
Sus símbolos de peligrosidad son: corrosivo.
- **Ácido nítrico:** El ácido nítrico (trioxonitrato (V) de hidrogeno), es un ácido fuerte, incoloro, corrosivo y tóxico. Libera unos gases amarillentos debido a la exposición a la luz. Su fórmula molecular es HNO_3 .
Punto de fusión -42°C .
Punto de ebullición 121°C .
Peligros: R8, R35, S1/2, S23, S26, S36, S45.
Sus símbolos de peligrosidad son: toxicidad aguda, peligroso por aspiración y corrosivo.

- **Ácido cítrico:** El ácido cítrico (ácido 2-hidroxiopropano-1,2,3-tricarboxílico) es un ácido orgánico presente en la mayoría de las frutas.

Es un buen conservante y antioxidante natural que se añade industrialmente como aditivo en el envasado de muchos alimentos. Su fórmula molecular es $C_6H_8O_7$.

Punto de fusión $153^{\circ}C$.

Punto de ebullición $175^{\circ}C$.

- **Coca-cola:** es una bebida efervescente. La fórmula – al menos la original – de esta bebida es un secreto. Según los medios de comunicación se ha encontrado que puede contener ácido cítrico.
- **Plástico LDPE:** es un polímero termoplástico formado por unidades repetitivas de etileno, de color lechoso que puede ser transparente (depende de su espesor). Se llama LDPE por las siglas *Low Density Polyethylene*, o PEBD (polietileno de baja densidad).

El LDPE es un polímero caracterizado por su buena resistencia térmica y química, y al impacto. Es más flexible que el polietileno de alta densidad.

Material

- Ácido nítrico
- Ácido clorhídrico (0,5 M)
- Ácido sulfúrico (96% en masa, 1,84 kg/L)
- Ácido acético (vinagre)
- Ácido cítrico (limón)
- Sulfumán
- Coca-cola
- 7 gradillas
- 49 tubos de ensayo
- 7 trozos de carne (materia orgánica)
- 7 trozos de plástico polietileno (siglas LDPE; el que indica Walter).
- 7 trozos de plástico (siglas HDPE)
- 7 trozos de cerámica
- 7 trozos de madera
- 7 trozos de metal (chincheta)

Productos peligrosos: Todos los ácidos utilizados excepto el cítrico, el acético y Coca-Cola.

Procedimiento

1. Organizar los tubos de ensayo en gradillas, de manera que haya 6 tubos en cada una.

2. Introducir los trozos de los 6 materiales en cada tubo siguiendo un orden establecido.
3. Colocar las gradillas dentro de la campana de gases y tomar las precauciones adecuadas (gafas, guantes).
4. Añadir los 7 ácidos a sus correspondientes tubos de ensayo.
5. Dejarlos reposar aproximadamente una hora (45 min - 60 min).
6. Retirar los materiales y ordenarlos para visualizar los efectos.

Datos y cálculos

No hay cálculos ni datos numéricos.

Observaciones

(Referencias en *Imagen 4* e *Imagen 5*)

- Ácido sulfúrico – La porción de **carne** se ha quemado de manera que tiene una apariencia más oscura, haciendo que finalmente tenga un color liláceo. La **madera** se ha carbonizado, quedando incluso más oscura (color negro). La **chincheta** también ha reaccionado sobretodo la parte amplia, dando lugar a un óxido. El **plástico LDPE** ha quedado totalmente deformado y corroído con una textura exterior pegajosa. Tanto el **plástico HDPE** como el fragmento de **cerámica** no han sufrido cambios visibles.
- Ácido nítrico – La **carne** ha reaccionado violentamente. Se ha deshecho quedando de color amarillento. La **madera** ha desprendido muchos gases y ha adquirido un color amarillento. La **chincheta** ha reaccionado tan violenta y rápidamente que ha empezado a producir gases (de color anaranjado) hasta no dejar rastro visible de la chincheta. El **plástico LDPE** empieza a deshacerse de manera más lenta que con el ácido sulfúrico; pierde el brillo. Tanto el **plástico HDPE** como el fragmento de **cerámica** no han sufrido cambios visibles.
- Ácido clorhídrico – La **carne** se ha emblanquecido y endurecido casi al instante de agregar el ácido y ha permanecido de tal manera. La **madera** ha reaccionado pero no de manera notable. La **chincheta** también ha reaccionado de manera leve dando lugar a burbujas. Ninguno de **los plásticos** ni la **cerámica** han sufrido cambios visibles.
- Ácido acético – Solo se ha deshecho levemente la porción de **carne**. Ningún otro material ha sufrido cambios visibles.

- Coca-Cola – La **carne** se ha descompuesto muy visiblemente quedando algo pastosa al tacto. La **cerámica** ha presentado algunas burbujas durante su exposición al ácido. Ni la **chincheta**, ni ningún **plástico** ha mostrado cambios físicos visibles.
- Ácido cítrico – La **carne** se ha emblanquecido. El resto de materiales no ha sufrido cambios notables.
- Sulfumán – La **carne** se ha deshecho al cogerlo con las pinzas para extraerlo. La **madera** se ha ennegrecido. La **cerámica** y la **chincheta** (esta última más) han dejado el sulfumán de color amarillento. No se ha podido observar cambios visibles en ninguno de **los dos plásticos**.



Imagen 4: Resultados muestras (con un blanco en último lugar)



Imagen 5: Resultados muestras

Discusión de los resultados

El ácido acético afectó como era de esperar, según sus símbolos de peligrosidad, al trozo de carne. Suponemos que no afectó a la chincheta porque, pese a ser corrosivo, no todos los elementos lo son en el mismo grado ni de la misma manera.

El ácido clorhídrico afectó también los materiales que esperábamos por sus pictogramas; a la madera, a la porción de carne y al metal. Consideramos que éste sí atacó a la materia orgánica y al metal porque se considera un ácido fuerte.

El ácido sulfúrico atacó a la materia orgánica, al metal y a uno de los plásticos, superando el grado de corrosión esperado.

El ácido nítrico atacó fuertemente los elementos –a excepción de la cerámica y el plástico HDPE-. Inesperadamente reaccionó de manera violenta con la chincheta, mientras que con el resto de materiales reaccionó según lo esperado.

Del ácido cítrico no esperábamos que reaccionara visiblemente con ningún material aparte de la carne.

La Coca-Cola ha reaccionado únicamente con la carne. No creíamos firmemente en la leyenda urbana de que “se come” la carne, pero hemos comprobado que así es.

El sulfumán ha afectado de manera aparentemente más agresiva que el $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ de laboratorio, al contrario de lo que creíamos. Con la carne ha actuado de manera contraria, puesto que la ha deshecho en vez de endurecerla como el $\text{HCl}_{(\text{aq})}$.

Al contrario de lo que esperábamos, tanto por la serie *Breaking Bad* como por el fundamento teórico, el plástico LDPE ha sido atacado por la mayoría de los ácidos, mostrando menos resistencia química que el HDPE.

Conclusiones

La respuesta al problema planteado, es que no ha habido ningún ácido que haya afectado a todos los materiales que escogimos basándonos en la serie.

En cuanto a la primera hipótesis «*Podría ser que algunos de ellos corroyeran materia orgánica sin dificultad, aunque seguramente no de manera tan rápida como se muestra en la serie*», es cierto que algunos de los ácidos (ácido nítrico y ácido sulfúrico) han corroído la materia orgánica de manera visible en un período corto de tiempo, por lo que, proporcionándoles más tiempo,

suponemos que sí serían capaces de atacar de forma más semejante al HF en la serie, aunque no hasta el punto de convertir un cuerpo entero en una masa pastosa casi líquida.

En segundo lugar, sobre la hipótesis «*Podría ser que algunos de ellos corroyeran la materia inorgánica (excepto plásticos) en un largo período de tiempo*», hemos observado que no es necesario un largo período de tiempo para que algunos de los ácidos actúen de manera visible sobre materia inorgánica, por lo que se puede deducir que en un largo período éstas se verán más afectadas.

La tercera hipótesis, «*Podría ser que el plástico de Walter resista todos los ácidos que vamos a usar*», es absolutamente falsa, al menos por lo que respecta a los ácidos que hemos utilizado. Prácticamente todos los ácidos han atacado éste plástico –pese a que es el destacado para soportar la acción corrosiva del ácido fluorhídrico según Walter-, mientras que ninguno ha afectado al HDPE.

La última hipótesis, «*Podría haber algún ácido capaz de afectar a todos los materiales*» tampoco ha sido cierta con los ácidos con los que hemos trabajado.

4.2. Batería de mercurio

4.2.1. La química de *Breaking Bad*

En el capítulo «*4 days out*» (2x09), Walter White construye una batería de 6 celdas (*Imagen 6*). Tras mandar a Jesse a recoger todas las monedas, arandelas, tuercas, piezas de metal galvanizadas⁴ o de zinc sólido, además de mandarle retirar las pastillas de freno de la furgoneta, la explicación teórica de Walt es la siguiente:

“Una batería y una celda galvánica no son más que un ánodo y un cátodo separados por un electrolito, ¿verdad? Bien, pues; por un lado tenemos óxido de mercurio y el grafito de las pastillas de freno como cátodo, es decir, polo positivo; el subministro de corriente fluye hacia afuera. En el ánodo, en cambio, hay zinc. Es lo que poseen nuestras monedas y cualquier cosa galvanizada. El hidróxido de potasio es el electrolito, y las esponjas que hay en medio están empapadas de éste. Como conductor, utilizaremos el cobre.”

- La información sobre los puntos de fusión y ebullición de estos compuestos se encuentra en el anexo -



Imagen 6: Batería de mercurio por Walter White

4.2.2. La batería de mercurio

Una batería de mercurio, es una batería electroquímica no recargable, ya que la reacción química que produce la electricidad en las pilas, es decir, el intercambio iónico⁵ entre ánodo y cátodo, es irreversible. La batería está formada por seis celdas, que serían las pilas de mercurio.

En el caso de una celda galvánica, los dos electrodos están sumergidos en el electrolito. Dentro de la celda se establecen dos “compartimentos”, separados por una membrana porosa.

4.2.3. Práctica

Al no disponer de óxido de mercurio, hemos decidido hacer una réplica de la pila Daniell, teoría en la que suponemos que se ha basado Walter White para construir su batería.

Objetivos

- Estudiar la pila Daniell mediante la reproducción de esta, debido a que no podemos reproducir la batería de mercurio.
- Identificar los elementos de la batería de la serie *Breaking Bad* con sus respectivos en la de Daniell.

Problemas

¿Puede ser que la batería de mercurio de *Breaking Bad* esté basada en la pila Daniell?

¿Puede ser que falte algún elemento en la batería de la serie que es necesario según la teoría de Daniell?

Hipótesis

Podría ser que la batería de la serie esté basada en la pila Daniell.

Fundamento teórico

La información mostrada en el apartado 4.3.2 junto a la ampliación siguiente constituye el fundamento teórico total de esta memoria.

- **Pila Daniell (Imagen 7):**

En cada pila, hay tres partes básicas que la componen:

- El ánodo es el electrodo en el que se da la reacción de oxidación⁶. En éste, el material que lo compone pierde electrones.
- El cátodo es el electrodo que sufre una reacción de reducción, mediante la cual el material reduce su estado de oxidación⁷ al recibir electrones.
- El electrolito es una sustancia con iones libres, y se comporta como un conductor eléctrico.

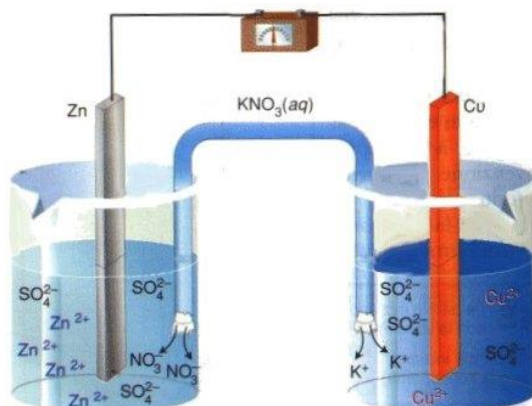


Imagen 7: Pila Daniell

Notación simbólica: $\text{Zn}_{(s)} \mid \text{Zn}^{2+}_{(aq, 1M)} \parallel \text{Cu}^{2+}_{(aq, 1M)} \mid \text{Cu}_{(s)}$

Material

- Cápsula de porcelana
- Dos vasos de precipitados
- Varita de vidrio.
- Matraz aforado
- 100 mL de disolución sulfato de cobre (II) (1 M)
- 100 mL de sulfato de zinc (1 M)
- Cloruro de sodio (puente alcalino)
- Cable de cobre
- Soporte, pinza, nuez
- Algodón
- Tubo en U
- Trozo de zinc
- Trozo de cobre
- Voltímetro

Productos peligrosos: ZnSO₄

Procedimiento

Disoluciones:

1. Pesar 7,7g de CuSO₄ en la cápsula de porcelana.
2. Echarlo en un vaso de precipitados y agregar agua destilada (mirando de no superar la cantidad de 100mL). Remover hasta que se disuelva.
3. Verter la disolución en el matraz aforado. Para asegurarnos de no dejar restos de CuSO₄, hacer unas cuantas aplicaciones de agua destilada del vaso de precipitados al matraz.
4. Añadir agua destilada hasta enrasar en 100mL.
5. Repetir este proceso con la otra sustancia.

Pila Daniell:

6. Separamos ambas disoluciones en dos recipientes, en este caso, dos vasos de precipitados. Teniendo así un primer vaso de precipitados que contendría una disolución de Zn²⁺ y otro vaso de precipitados con una disolución de Cu²⁺.
7. Sumergimos los extremos de las placas metálicas en cada disolución (electrodo).
8. Conectamos estos dos extremos no sumergidos de la placa por un cable.
9. Intercalamos un voltímetro entre ambos electrodos.
10. Emplearemos el puente salino, conteniente de una disolución de cloruro de sodio.
11. Taparemos los extremos del puente salino con algodón.

Datos y cálculos

$$M(\text{CuSO}_4) = 77$$

$$0,1 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol CuSO}_4}{1 \text{ L disolución}} \cdot \frac{77 \text{ g CuSO}_4}{1 \text{ mol de CuSO}_4} = 7,7 \text{ g de CuSO}_4$$

$$M(\text{ZnSO}_4) = 78$$

$$0,1 \text{ L} \cdot \frac{1 \text{ mol ZnSO}_4}{1 \text{ L disolución}} \cdot \frac{78 \text{ g ZnSO}_4}{1 \text{ mol de CuSO}_4} = 7,8 \text{ g de ZnSO}_4$$

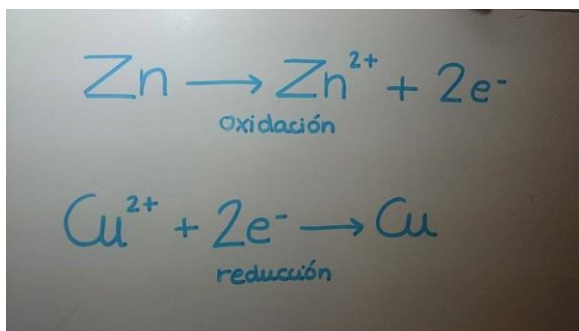


Imagen 8: Reacciones que tienen lugar en la pila

Resultados

Hemos podido observar paso de electricidad con una ddp* (fem†) de 0,9 V.

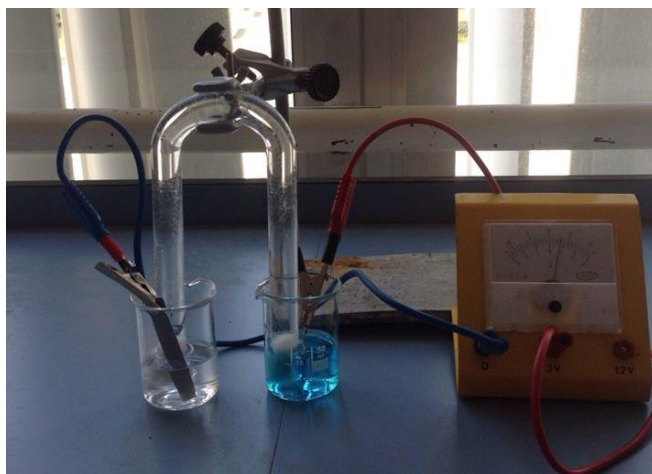


Imagen 9: Resultado Pila Daniell

Discusión de los resultados

Como hemos hecho una reproducción exacta del modelo de Daniell, no hay nada que difiera de la teoría, por lo que no hay nada a discutir.

Conclusiones

Comparando nuestra réplica de la pila de Daniell con la fabricación de la batería de mercurio por parte de Walter, hemos podido concluir que a pesar de que los elementos que utiliza son distintos, las funciones que cumplen son las mismas. Por lo que; sí, se basa en la teoría de la pila de Daniell. Y enlazado con el segundo problema hemos visto que todos los elementos tienen su homólogo; Walter usa el óxido de mercurio y grafito de las pastillas de freno como cátodo, que en la pila Daniell es el sulfato de cobre (II). Por otro lado, el zinc que contienen las monedas, como ánodo, que en la pila Daniell es el sulfato de zinc. Las esponjas empapadas de hidróxido de potasio hacen de electrolito en vez del puente salino.

La hipótesis es totalmente cierta, como hemos resuelto en los problemas.

4.3. Fuegos de colores

4.3.1. La química de *Breaking Bad*

En esta ocasión, nos situamos en el capítulo «*Piloto*» (1x01). Pese a los muchos experimentos que se llevan a cabo en la serie causando duda de su rigurosidad científica, el ensayo a

* Ddp = Diferencia de potencial.

† Fem = Fuerza Electromotriz

la llama que lleva a cabo Walter White no tiende a causar tanta duda, debido a que es una práctica que lleva a cabo como profesor de química. Walter White, ante sus alumnos del instituto, demuestra el cambio de color de una llama rociando disoluciones de sales en alcohol mediante espray.

4.3.2. Ensayo a la llama

El ensayo a la llama es un experimento que se basa en los espectros atómicos, característicos de cada elemento.

Para obtener fuego de colores, lo necesario es proporcionar energía a una sal, y se hace mediante una llama. Al proporcionarle esta energía de más, sus electrones pasan del “estado fundamental” a un “estado excitado”, es decir, al absorber la energía que le proporcionamos, suben de nivel energético. Pero, no obstante, deben volver a su estado inicial puesto que de esta manera el átomo es más estable, y cuando esto ocurre, los electrones vuelven al nivel fundamental, liberando la energía.

Se considera, según la teoría cuántica, que la materia emite o absorbe energía radiante de manera discontinua mediante fotones.

Esta energía puede tener una longitud de onda correspondiente a una radiación de luz visible, correspondiente a un color.

Este es el fundamento de los fuegos artificiales.

Tablas 1 y 2: Color correspondiente a cada elemento en el ensayo a la llama.

Elemento	Coloración
Litio	Rojo carmín
Sodio	Amarillo
Potasio	Violeta pálido
Estroncio	Rojo carmín
Ácido bórico	Verde

Elemento	Coloración
Bario	Verde amarillento
Calcio	Rojo anaranjado
Cobre	Azul bordeado de verde
Mercurio	Violeta intenso
Hierro	Dorado

4.3.3. Práctica

En esta práctica hacemos una réplica del experimento que lleva a cabo Walter White en la clase de química.

Objetivos

1. Observar los colores emitidos por los distintos elementos metálicos desprendidos de las sales, reproduciendo el experimento de Walter White.

Problemas

¿De varias sales del mismo elemento observaríamos el mismo color?

¿Pueden dos elementos distintos emitir el mismo color?

Hipótesis

Podría ser que sales del mismo elemento emitieran el mismo color en una llama

Podría ser que dos elementos distintos emitieran, si no el mismo, colores muy parecidos.

Fundamento teórico

La información mostrada en el apartado 4.4.2 junto a la ampliación siguiente, juntas constituyen el fundamento teórico total de esta memoria.

La coloración de una llama al entrar en contacto con una sal, es debida al catión de ésta. Por esta razón, las sales con el mismo elemento, deberán dar el mismo color.

En un ensayo a la llama se usa ácido clorhídrico porque éste forma cloruros, que son muy volátiles, y por tanto es más fácil de ver la coloración.

Material

- Quemador Bunsen
- Asa de nicromo
- Algodón
- Vidrio de reloj
- Espátula
- Ácido clorhídrico (0,5 M)
- Gradilla
- 1 tubo de ensayo
- Sales: cloruro de litio, cloruro de estroncio, nitrato de potasio, clorato de potasio, ácido bórico, nitrato de bario, cloruro de cobre (II) 2-hidrato, cloruro de hierro (III).
- Balanza electrónica

Procedimiento

1. Colocar una pequeña muestra de cada sal en cada vidrio de reloj con la espátula.
2. Encender el quemador Bunsen con las cerillas. Montar el asa de cromoníquel.
3. Abocar ácido clorhídrico en el tubo de ensayo para limpiar y humedecer la punta del asa durante toda la práctica.
4. Sumergir la punta del asa en el ácido y comprobar en la llama que está limpia. Si no lo está, repetir el paso hasta conseguir que la llama no cambie de color.
5. Con la punta del asa, recoger una muestra de la primera sal y acercarla a la llama.

6. Repetir el paso 4 cada vez que se pretenda cambiar de sal.

Datos y cálculos

No hay cálculos ni datos numéricos

Resultados

- El cloruro de litio cambia el color de la llama a un rojo carmín muy persistente.
- El cloruro de estroncio emite un rojo más rosáceo y menos persistente.
- El nitrato de potasio se ve de un violeta pálido algo persistente.
- El clorato de potasio se ve igual que el anterior.
- El ácido bórico cambia el color de la llama a un verde poco persistente.
- El nitrato de bario emite un color amarillo, con algún reflejo verde, mucho más persistente que el anterior.
- El sulfato de cobre (II) 2-hidrato cambia el color de la llama a un azul verdoso muy poco persistente.
- Del cloruro de hierro (III) resulta un dorado chisposo, parecido al de una bengala, poco persistente.



Imagen 10: Ensayo a la llama (cloruro de estroncio)

Discusión de los resultados

Todas las sales han dado el color correspondiente a excepción del nitrato de bario, que debía ser color verde amarillento, y resultó ser amarillo.

Por otro lado, hemos comprobado que el color desprendido depende del catión de la sal.

Productos peligrosos: KNO_3 , $\text{B}(\text{OH})_3$ y FeCl_3 .

Conclusiones

En respuesta al primer problema e hipótesis (que ya solucionamos con el fundamento teórico, pero que igualmente queríamos comprobar), sí, de varias sales del mismo elemento se observa el mismo color.

En respuesta al segundo, que va ligado con la segunda hipótesis, hemos comprobado que, aunque no exactamente el mismo, sí es posible que dos elementos puedan emitir un color muy parecido, como es el caso del cloruro de litio y el cloruro de estroncio.

4.4. Explosivo

4.4.1. La química de *Breaking Bad*

Esta vez en la serie, situándonos en el capítulo «*Crazy Handful of Nothin'*» (1x06) el protagonista Walter White, ante el peligro, lanza una pequeña cantidad de fulminato de mercurio contra el suelo, con tal de hacerlo reaccionar con la presión -debido a su sensibilidad- y crear una explosión que destruye las ventanas del edificio (*Imagen 11*) -sin herir a las personas que se encuentran dentro-. El fulminato de mercurio que crea Walter para ello, se prepara haciendo reaccionar mercurio con ácido nítrico, en presencia de etanol, pudiendo, así, formar cristales de color azul celestes de apariencia similar a la metanfetamina.

El enunciado químico del que hablaremos a continuación no ha traído tanta controversia, pues se afirma que es posible hacer explotar el fulminato de mercurio al arrojarlo contra el suelo.

Para comprobar el grado de veracidad, el programa *MythBusters*, de nuevo, pone a prueba el guion de este capítulo. No obstante, enuncian que para crear tales destrozos es necesaria más cantidad de fulminato de mercurio, y que, esto, conllevaría que las personas que se encuentran dentro del edificio se vieran perjudicadas.

Por lo que esta vez, no es imposible, pero sigue habiendo algún error que no hace del todo veraz la situación que crea Walter White.



Imagen 11: Acción del fulminato de mercurio (1x06)

También nos hemos informado de que esta sustancia ha sido muy usada en el mundo del cine, formando parte de explosiones en muchas otras series y películas.

4.4.2. Fulminato de mercurio

El fulminato de mercurio (II) (o fulminante de mercurio o mercurio fulminado), $\text{Hg}(\text{CNO})_2$, está formado por un catión Hg^{2+} y dos aniones fulminato CNO^- .

Es un compuesto muy sensible, inestable (es decir, que reacciona fácilmente y forma sustancias más simples), por lo que es capaz de explotar bajo algunas condiciones, pero, no obstante, no es una reacción demasiado exotérmica, pues no desprende mucha energía.

Se clasifica como un *explosivo primario*, ya que es muy sensible a ciertos estímulos como pueden ser el impacto, la fricción, el calor... esto lo convierte en *explosivo de iniciación*, es decir, un material con energía de activación baja utilizado para poder detonar otro explosivo mayor.

- La información sobre los puntos de fusión y ebullición de este compuesto se encuentra en el anexo -

Peligrosidad:

- La información desarrollada sobre la peligrosidad se encuentra en el anexo -



R3, R23/24/23, R33, S3, S34, S35, S45

4.5. Toxinas

4.5.1. La química de *Breaking Bad* - Ricina

Una vez más, Walter White necesita deshacerse de algunos personajes que amenazan su seguridad, y hace uso de una potente toxina de semillas de ricino (*Ricinus communis*). En el capítulo «*Seven Thirty-Seven*» (2x01), Walt tiene la idea de usar esta toxina, y seguidamente, en el capítulo «*Grilled*» (2x02), intenta hacer uso de ella.

Antaño, estas semillas eran muy utilizadas para obtener aceite de ricino, que era un buen purgante debido al ácido ricinoleico (*12-hidroxi-9-cis-octadecenoico*), no obstante, la toxina de las semillas es venenosa.

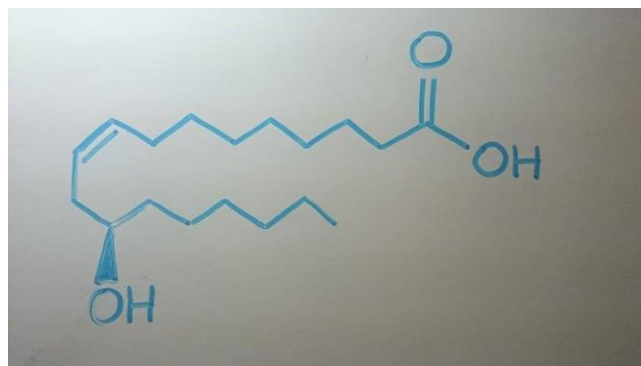


Imagen 12: Fórmula del ácido ricinoleico

En la serie *Breaking Bad*, el uso de la ricina para matar a una persona sin el riesgo de dejar demasiadas sospechas, es algo que es realmente posible y certero. Su verosimilitud va ligada a la capacidad que tenga el químico de separar la toxina de los granos de ricino. La semilla en sí sola, no es demasiado peligrosa; la toxina que contiene sí que lo es. Sin embargo, Walter advierte a su compañero con absoluto pavor de no tocarla.

Tras una búsqueda en diversas páginas web sobre el riesgo que comporta el contacto con la semilla de ricino, hemos descubierto que tocarla no causa ningún riesgo, que no sucedería nada al contacto e incluso que el ingerir un grano de ricino no causaría la muerte ni graves consecuencias. Algunas vías de información afirman que el problema llega



Imagen 13: La ricina en *Breaking Bad*

cuando se mastican alrededor de 8-10 gramos de esta semilla, suficientes como para causar la muerte.

Después de consultar internet para contrastar la cantidad letal de ricina, información que resultó presentarse de manera muy ambigua, concluimos que para un adulto, la cantidad letal por ingestión, es de 1 miligramo de toxina de ricino. Se recalca la diferencia de la primera afirmación entre masticar e ingerir.

Esta toxina no tiene antídoto.

4.5.2. La ricina

La ricina, actualmente es una de las toxinas más potentes, que se obtiene de las semillas de ricino (*Imagen 14*). La ricina causa hemorragia intestinal, diarrea - a veces sanguinolenta -, vómitos, deshidratación e hipotensión. Finalmente, la toxina puede conducir a la insuficiencia de los riñones, del hígado y el páncreas. No causa la muerte instantáneamente, pero puede causarla al cabo de unos días sin el tratamiento adecuado. La agonía puede durar hasta diez días, pero si dura tanto, el enfermo puede recuperarse.



Imagen 14: La semilla de ricino

Como se ha mencionado antes, se ha concretado que la dosis letal para un adulto es de un miligramo si se habla de ingestión. En el caso de inhalación o inyección, la dosis es inferior, unos 500 microgramos.

La ricina es una proteína que inhibe la reacción de síntesis de proteínas que tienen lugar en los ribosomas (RIP, ribosome inactivating protein) por lo que causa apoptosis celular⁸ y por ello los efectos se manifiestan horas después de la entrada del organismo.

Esta toxina ha sido utilizada a lo largo de la historia. Algunos ejemplos son el asesinato de Gueorgui Ivanov Markov (11 de setiembre de 1978), disidente búlgaro de los servicios secretos rusos (KGB), un hecho que también es nombrado en la serie *Breaking Bad*, y, más recientemente, se interceptó una carta con ricina dirigida al presidente Obama de Estados Unidos.

4.5.1. La química de *Breaking Bad* - Saxitoxina

Por extraño que parezca, esta vez no es el profesor Walter White quien hace uso de la saxitoxina. Marie, la cuñada del protagonista, hermana de su mujer Skyler, en el capítulo «*Rabiod*

dog» (5x12) nombra esta sustancia en su visita al psicólogo como posible método de intoxicación mortal.

“... Produce una parálisis flácida⁹ que deja a la víctima tranquila y consciente a través de la progresión de los síntomas. La muerte se produce por insuficiencia respiratoria ”, añade Marie, con el pensamiento de eliminar a alguien mediante la saxitoxina.

4.5.2. La saxitoxina

La saxitoxina (C₁₀H₁₇N₇O₄) (*Imagen 15*), es una neurotoxina que es producida por una variedad de microalgas dinoflageladas¹⁰ y por cianobacterias. La saxitoxina que estas algas producen se acumula en otros organismos, principalmente en moluscos. Estos no son afectados por la toxina, pero las personas que lo consuman, sufren una intoxicación llamada “síndrome de envenenamiento paralizante por consumo de marisco” (PSP, *paralytic shellfish poisoning*)

Esta neurotoxina se une a los canales de sodio de las membranas celulares, inhibiendo la entrada de los iones de sodio pero sin afectar la salida de iones de potasio. De esto resulta, como se ha nombrado antes, una parálisis, que deja calmada pero consciente a la víctima, pero que puede causar la muerte al llegar a los músculos respiratorios, es decir, por la insuficiencia respiratoria.

Se ha llegado a informar sobre muertes de adultos por la ingestión desde 0,5 a 12,4 mg.

Su nombre sistemático es:

(3aS-(3a-α,4-α,10aR^{*}))-2,6-diamino-4-(((amino-carbonyl)oxy)methyl)-3a,4,8,9-tetrahydro-1H,10H-pyrrolo(1,2-c)purine-10,10-diol)

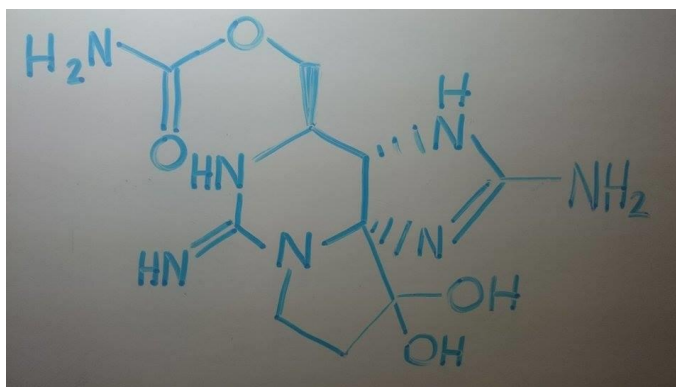


Imagen 15: Fórmula de la saxitoxina

4.6. “Blue meth”

Este apartado está separado en dos partes; decidimos redactar la segunda en inglés porque el enunciado químico que más importancia tiene en toda la serie es la síntesis de la metanfetamina.

Otra razón es que planteamos desde un inicio, tanto hacer una parte en inglés (para practicar el idioma en el ámbito científico), como estudiar la reacción del organismo frente a estupefacientes.

De esta manera pretendemos remarcarlo respecto al resto del trabajo. La primera parte, en cambio, al ser el argumento de la serie, decidimos trabajarla en castellano.

4.6.1. La química de *Breaking Bad*

Este apartado está centrado en la parte principal de la serie con la que estamos tratando.

Walter White, como hemos dicho, es un profesor de química el cual, frente a las dificultades que le causa la aparición de un cáncer del cual no puede permitirse el tratamiento, decide meterse en el negocio de la metanfetamina, con el objetivo de poder darles un futuro sin problemas y con todas las comodidades posibles a su familia, en el caso de su muerte.

Más tarde, tras ir conociendo el mundo de las drogas y acostumbrarse a las situaciones que conlleva, Walter se convierte en el creador de la metanfetamina más pura jamás sintetizada.

Hay una clara evolución de nuestro personaje principal. Nuestro cocinero Walter viaja a través de un extenso progreso en cuanto a su ámbito de trabajo;

Como ya hemos comentado, el objetivo principal de Walter es sintetizar la llamada metanfetamina, de nombre sistemático: N-metil-1-fenilpropan-2-amina

Debido a que no es una sustancia que esté presente en la naturaleza, debe sintetizarla.

Hay maneras distintas de hacerlo, y se puede observar como en un inicio, Walter y Jesse usan la “ruta Nagai” (*Imagen 16*). Este es un método que lleva el nombre de Nagai Nagayoshi, químico japonés que fue el primero en sintetizar metanfetamina. En esta ruta, la metanfetamina se crea a partir de pseudoefedrina, un compuesto que se utiliza frecuentemente en medicamentos contra la congestión nasal. Y, además, en EEUU esta sustancia se puede obtener sin receta médica (en casi todos sus estados). Además, para cumplir esta “ruta Nagai”, se necesitan ingredientes como el fósforo rojo, el cual obtienen de una caja de cerillas, y cristales de yodo que Walter y su compañero obtienen a partir de desinfectantes.

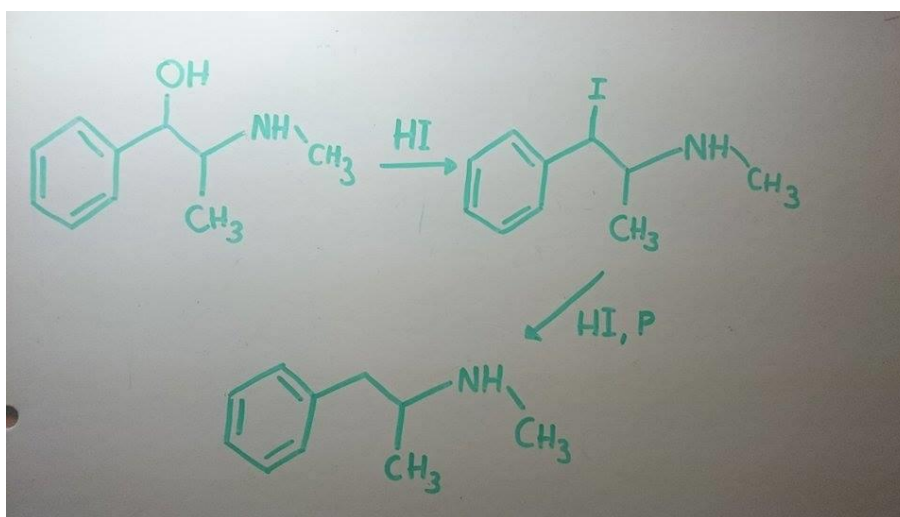


Imagen 16: Ruta Nagai (efedrina - metanfetamina)

Algo importante que decir de esta reacción es que produce un gas tóxico, el fosfano. Poco después, Walter y Jesse sintetizan metanfetamina en grandes cantidades, por lo que llegan a la conclusión de que la ruta Nagai no es del todo eficiente, además de que es difícil conseguir pseudoefedrina en grandes cantidades (la policía puede sospechar de la compra de tantos medicamentos). Aquí es donde Walter cambia al método de “aminación reductora”, usando fenilacetona y metilamina. Esta última es extremadamente controlada y deberán robar un gran barril de un almacén.

Tras trabajar con distintos traficantes para su distribución, tropiezan con Gus Fring, con el que, después de tener algún que otro malentendido, establecen un trato de comercio y éste les proporciona un nuevo laboratorio en el que trabajar, con material escogido por el químico Gale Boetticher. Este último gran cambio les proporciona la oportunidad de sintetizar metanfetamina en cantidades inhóspitas para cumplir con el requisito del negocio, gracias a ese laboratorio creado expresamente con los instrumentos más adecuados para su objetivo. Una de las marcas características de la metanfetamina de Walter es el color azul. Pese a que la metanfetamina es químicamente un cristal incoloro, el color ocasionaría una impureza, pero se afirma que, de lo mismo por lo que se interesa el negociante, Gus Fring, se dice varias veces que el producto de nuestro protagonista es de un 99% de pureza. ¿Es eso posible? Pues parece que sí, se dice que según un informe de la *Unidad de Inteligencia de la Ciudad de El Paso* se han llegado a encontrar muestras de metanfetamina azul con una pureza de hasta el 98,4%.

4.6.2. The harmful drugs

When we talk about “drug”, we refer to any substance with effects affecting the central nervous system¹¹, capable of generating an excessive drug consumption and even capable of generating psychological or physical dependency/addiction¹² (even both at once).

These effects on the central nervous system can produce alterations in both behavior and in the atmosphere of the individual (family, studies, work...), including the conception of life itself.

The most consumed drugs in Spain, in order, are alcohol, tobacco, cannabis and cocaine.

The effects of every single drug are approximate. Many factors affect each one, the most significant ones could be the age and sex of the consumer, as well as the way of consumption, the quantity and frequency.

4.6.3. Meth

Meth is a substance from the amphetamine group and from phenylethylamine family, with a similar chemical structure to ephedrine and adrenaline neurotransmitter.

Although the methamphetamine, which is moved around Spain, does not usually come adulterated with any psychoactive substance, the range of purity can vary considerably.

Out of Spain, meth is also called 'crystal', but it has nothing to do with what it is called 'crystal' here in Spain, which refers to an MDMA drug.

Properties:

- Methamphetamine is a powerful stimulant of the central nervous system. Its effects are more powerful than those of the amphetamine because it easily crosses the blood brain barrier.
- Although having therapeutic indication for the treatment of narcolepsy and ADHD, is also used when clubbing (to a lesser extent than the amphetamine, depending on the geographic area).
- Its recreational use is usually snorted or oral, but being smoked or injected is less used in Spain. By nasal and smoked via, the effects appear almost immediately, whereas if it is consumed orally, the effects take about half an hour to appear.
- The main effects of methamphetamine are the sense (feeling) of energy and euphoria, rise in the level of alertness and mental performance, reduction in the (reduced) need to (for) sleep and eat and it also causes pupillary dilation. At first time, the effects are closer to MDMA rather than any other stimulant, because effects such as intellectual openness alongside euphoria appear.

4.7. Fabricación de jabón

4.7.1. La química de *El club de la lucha*

En la película *El club de la lucha*, entre los minutos 58 y el 59, Tyler (segundo protagonista) explica que, a partir de grasas humanas, se puede obtener jabón. Explica a Jack (primer protagonista) que primero hay que derretir la grasa, de manera que el sebo suba a la superficie para poder colarlo. Al terminar y ponerlo a enfriar, se crea una capa superior de glicerina que se separa de la grasa.



Imagen 17: Icono de "El club de la lucha"

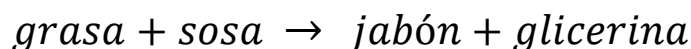
4.7.2. Fabricación de jabón con ácidos grasos

El jabón es un producto que se puede obtener de muchas maneras distintas. Tanto el procedimiento como la elección de materias primas, depende de la calidad que se quiera obtener, de los medios para obtener el jabón y recuperar la glicerina, etc. Muchos factores alteran la manera de fabricar este conocido producto. No obstante, nosotras nos centraremos, a raíz de la película "*El club de la lucha*", en la fabricación de jabón con ácidos grasos.

La obtención de jabón es una síntesis química muy antigua. Antaño ya se usaba un jabón obtenido al hervir sebo de cabra con una pasta formada por cenizas obtenidas del fuego de leña y agua (hidróxido de potasio, también llamado potasa).

En primer lugar, nos centraremos en uno de los reactivos de la reacción química que tendrá lugar; las grasas. Las grasas son productos naturales grasientos, suaves, con puntos de fusión bajos e insolubles en agua. Químicamente, la mayoría de ellas son triglicéridos, es decir, un éster de tres ácidos grasos y una molécula de glicerol (glicerina). Pues bien, nos centramos en esta fabricación del jabón mediante la hidrólisis alcalina de triglicéridos (grasas).

El jabón consiste en una mezcla de sales de ácidos grasos de cadenas largas. El proceso de fabricación del jabón se llama saponificación. Éste es un proceso que consiste en hervir las grasas en grandes calderas haciendo uso del NaOH (sosa/soda cáustica). Los productos resultantes a una reacción de saponificación son jabón y glicerina. Es decir, sucede la reacción siguiente:



4.7.3. Práctica

Pese a que en la película se usa grasa humana para elaborar jabón, nosotros hacemos uso de dos tipos de grasas a nuestro alcance; la grasa vegetal (la cual se usa generalmente para la producción de jabón), y en semejanza a la humana utilizaremos la grasa animal (manteca de cerdo).

Objetivos

1. Fabricar jabón a partir de grasas vegetales.
2. Fabricar jabón a partir de grasas animales.

Problemas

¿Podemos hacer jabón a partir de grasas, no solo vegetales, sino animales?

Hipótesis

Quizás no es cierta la posibilidad de hacer jabón mediante a grasas animales como sugiere Tyler Durden.

Quizás el resultado es más satisfactorio con las grasas vegetales.

Quizás la creación de jabón mediante grasas animales crea residuos peligrosos.

Fundamento teórico

La información mostrada en el apartado 4.8.2 junto a la ampliación siguiente constituye el fundamento teórico total de esta memoria.

Tabla de índices de saponificación¹³ de grasas (g NaOH/g grasa).

0.134g Aceite de oliva	0.190g Aceite de coco
0.141g Aceite de palma	0.134g Aceite de girasol
0.128g Aceite de ricino	0.136g Aceite de almendras
0.133g Aceite de aguacate	0.135g Aceite de soja
0.136g Aceite de maíz	0.133g Aceite de sésamo
0.069g Aceite de jojoba	0.156g Aceite de palmiste

0.132g Aceite de germen de trigo	0.069g Cera de abeja
0.137g Manteca de cacao	0.128g Manteca de karité
0.141g Grasa animal	

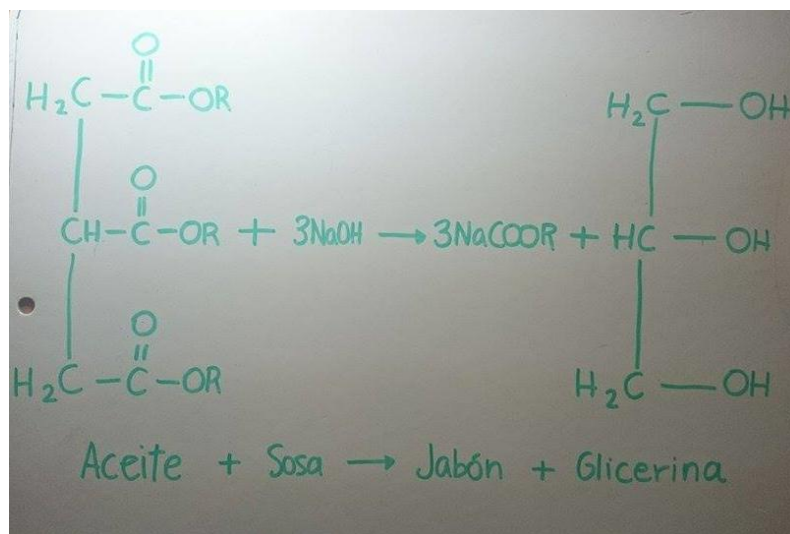


Imagen 18: Reacción de saponificación

Material

- 60g grasas vegetales
- 20g agua
- 8g NaOH (sosa cáustica)
- Varita de vidrio
- Vidrio de reloj
- Vaso de precipitados
- Balanza electrónica
- 10g grasas animales
- 3,3g agua
- 1.4g NaOH

Productos peligrosos: el NaOH, el aceite y la glicerina obtenida en la saponificación.

Procedimiento

1. Tras pesar la sosa cáustica con el vidrio de reloj, echarlo en el vaso de precipitados.
2. Agregar lenta y cuidadosamente agua, removiendo con la varita de vidrio con el fin de disolver el NaOH.
3. Cuando esté disuelto, añadir la grasa lentamente mientras se sigue removiendo.
4. Dejar reposar de 2 a 3 días aproximadamente.
5. Antes de sacarlo del vaso, meterlo un par de horas en la nevera.

Datos y cálculos

Los índices de saponificación de las grasas vegetal (utilizadas): Aceite de oliva = 0,134g y Aceite de girasol= 0,134g.

El índice de saponificación de la grasa animal es de 0,141g.

Cálculo erróneo.

$$\text{Índice de saponificación: } \frac{0,134g \text{ NaOH}}{1g \text{ grasa}}$$

$$5g \text{ grasa} \frac{0,134g \text{ NaOH}}{1g \text{ grasa}} = 0,67g \text{ NaOH}$$

$$5g \text{ H}_2\text{O}$$

Cálculo 1.

(Con el mismo índice de saponificación)

$$60g \text{ grasa} \frac{0,134g \text{ NaOH}}{1g \text{ grasa}} = 8g \text{ NaOH}$$

$$\text{Relación grasa - agua: } \frac{1g \text{ H}_2\text{O}}{3g \text{ grasa}}$$

$$60g \text{ grasa} \frac{1g \text{ H}_2\text{O}}{3g \text{ grasa}} = 20g \text{ H}_2\text{O}$$

Cálculo 2.

(Con grasa animal)

$$\text{Índice de saponificación: } \frac{0,141g \text{ NaOH}}{1g \text{ grasa animal}}$$

$$10g \text{ grasa animal} \frac{0,141g \text{ NaOH}}{1g \text{ grasa animal}} = 1,41g \text{ NaOH}$$

$$10g \text{ grasa animal} \frac{1g \text{ H}_2\text{O}}{3g \text{ grasa animal}} = 3,33g \text{ H}_2\text{O}$$

Resultados

Hemos obtenido tres resultados distintos;

- El primer intento fue fallido. Bastante cantidad de agua precipitó al fondo de lo que debería haber sido el jabón, quedando así tres capas finales: el agua, el supuesto jabón en medio, y la superior, la glicerina.
- En el segundo intento, después de seguir los pasos descritos en el procedimiento, observamos que en la superficie del jabón quedaban restos de aceite. El jabón (*Imagen 19*) salió fácilmente con la ayuda de un cuchillo que usamos para romper el vacío. Se habían formado dos capas; la parte superior era más porosa y blanda (glicerina), y la inferior era lisa y dura, que era el jabón.
- Con la grasa animal salió igual de bien que en el segundo intento (*Imagen 20*). Tras seguir todo el proceso indicado, al sacarlo del vaso con muchísima facilidad, nos dimos cuenta de que en esta saponificación, no se había formado glicerina. Aun así, no pareció que sobrara ningún reactivo, como sí sucedió en el segundo caso.



Imagen 19: Jabón hecho mediante grasas vegetales



Imagen 20: Jabón hecho mediante grasas animales

Discusión de los resultados

En el primer intento, interpretamos mal una información sacada de una receta; en ella, se explicitaba que el volumen de agua y de aceite a usar, eran el mismo. Una vez en el laboratorio, trabajando con balanza, no tuvimos en cuenta que hablaba de litros, y pusimos, por ello, la misma masa de aceite que de agua. Sobró agua y sobró aceite, y hemos concluido que fue a causa de eso que el jabón no salió según lo esperado. Después encontramos la relación que se debía establecer entre la masa de agua y la de aceite, así que realizamos el segundo intento. Éste sí salió exactamente cómo lo esperábamos. La grasa vegetal saponificó según lo que esperábamos por el

fundamento teórico, creando una capa de glicerina encima del jabón. El jabón era perfectamente utilizable y tenía una buena consistencia.

En último lugar, el jabón que realizamos con la grasa animal, nos dio una sorpresa; no se creó glicerina por ninguna parte. Tras repasar la información en la que nos basamos en el fundamento teórico, vimos que en la película “*El club de la lucha*”, Tyler explica que tras fundir la grasa y enfriarla, ésta se separa de la glicerina y que, para elaborar el jabón, se podía volver a mezclar o separar. Puesto que nosotras usamos grasa de cerdo tratada y fundida, concluimos que la glicerina fue retirada en su momento y que, por eso, a la hora de saponificar la grasa, no apareció. Pese a eso, el jabón era utilizable.

Conclusiones

En respuesta a la pregunta inicial, sí, se puede hacer jabón con grasas tanto animales como vegetales, con buenos resultados. Nos equivocamos en la primera hipótesis, puesto que sí que es totalmente posible; además, el resultado no es para nada menos satisfactorio. Por último, sorprendentemente los resultados indican lo contrario; puesto que por un proceso de fundición se puede extraer la glicerina de la grasa antes de la saponificación, los residuos “peligrosos”, son creados antes en una saponificación de grasa vegetal.

4.9. Quemadura química

4.9.1. La química de *El club de la lucha*

A continuación (minutos 59.17-1.01.08), Tyler explica que tiempo atrás, la gente descubrió que la ropa, al lavarla, quedaba más limpia si el proceso se realizaba en cierto punto del río y que eso era a causa de los sacrificios humanos que se hacían (se quemaban los cuerpos, el agua se filtraba a través de las cenizas y eso daba “lejía” que, mezclada con la grasa humana, precipitaba una solución jabonosa al río). Acto seguido, le pide a Jack que le acerque su mano y, después de besársela, le esparce una pequeña cantidad del polvo encima, originando una quemadura química¹⁴. Al rato, cuando Jack le pide agua para acabar con el dolor, éste le dice que el agua sólo lo empeoraría todo, y que debe usar vinagre para neutralizar la quemadura.

De entrada tuvimos un pequeño problema ya que en la película se muestra “lejía sólida”, y desconocíamos que eso pudiera existir, pero, buscando información sobre ésta reacción, descubrimos que en realidad, cuando en la película se habla de “lejía” es un



Imagen 21: Reacción de la quemadura química en la mano de Jack

error de traducción del inglés y que, en realidad, se trata de hidróxido de sodio. Habiendo solucionado eso y sabiendo que el hidróxido de sodio es una base, pudimos ver que todo cogía sentido, puesto que cuando habla de “neutralizar la quemadura”, señala que es necesario hacerlo con un ácido.

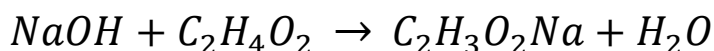
4.9.2. El hidróxido de sodio

El hidróxido de sodio, con la fórmula NaOH, es una base que reacciona con el agua en un proceso de descomposición o disociación.

Esta reacción es altamente exotérmica, por lo que, llevada a cabo sobre la piel, produce una quemadura química.

El intento de detener esta reacción puede hacerse, como vemos en la película, vertiendo agua sobre la zona quemada. No obstante, si se hace esto pueden ocurrir dos cosas; en primer lugar, al disolver el NaOH en agua, se aceleraría éste proceso exotérmico, por lo que no ayudaría en absoluto, sino que empeoraría la quemadura. Por otro lado, el agua no es capaz de neutralizar el hidróxido de sodio, por lo que no sirve para detener este proceso.

La manera adecuada para detener la quemadura química es neutralizarla, para lo que se necesita un ácido. Uno de los mejores candidatos a ello es, por excelencia, el ácido acético (CH₃-COOH), componente mayoritario del vinagre. Al aplicar vinagre, el ácido acético y el hidróxido forman acetato de sodio, consumiendo toda la base y deteniendo la quemadura. La reacción de neutralización sería la siguiente:



- La información sobre los puntos de fusión y ebullición de este compuesto se encuentra en el anexo -

4.9.3. Práctica

Objetivo

1. Reproducir la quemadura química sobre un tejido muerto.

Problema

¿Puede ser que el hidróxido de sodio con agua corroa un tejido animal, como se muestra en la escena de la película?

Hipótesis

El hidróxido de sodio es capaz de corroer un tejido animal.

El hidróxido de sodio se disocia al entrar en contacto con el agua.

El vinagre neutraliza la disociación del dióxido de sodio.

Fundamento teórico

La información mostrada en el apartado 4.9.2 constituye el fundamento teórico de esta memoria.

Material

- Dos porciones de pechuga de pollo
- Plato de cerámica
- Hidróxido de sodio (NaOH)
- Agua
- Vinagre
- Saliva
- Espátula
- Cuentagotas
- Pinzas

Productos peligrosos: Hidróxido de sodio

Procedimiento

1. Con una porción de carne en el plato, agregar con la ayuda de la espátula una pequeña cantidad de NaOH.
2. Añadir unas gotas de agua con el cuentagotas. Esperar unos 2 minutos y añadir vinagre para neutralizar la reacción.
3. Con la ayuda de las pinzas, comprobar el estado de la carne y dejar en contacto con la mezcla 2 minutos más para asegurar la neutralización.
4. Limpiar el material, y repetir el proceso anterior con saliva.

Datos y cálculos

No hay cálculos ni datos numéricos.

Resultados

La parte de la carne que ha estado en contacto con el NaOH se ha endurecido y ha adquirido una textura fibrosa, pero casi imperceptible para la vista (*Imagen 23*). No ha habido ninguna diferencia entre la quemadura hecha con agua y la quemadura hecha con saliva.



Imagen 22: Resultado de la quemadura química en "El club de la lucha"



Imagen 23: Resultado de quemadura química en la porción de carne

Discusión de los resultados

Según lo que hemos observado, tanto el agua como la saliva aceleran la reacción de disociación del NaOH, puesto que su cualidad exotérmica ha afectado a la carne. Además, dejándola el mismo tiempo en contacto con la disolución y vinagre, hemos comprobado que éste, efectivamente, neutraliza la reacción, puesto que el estado de la carne no ha empeorado.

Conclusiones

Sí que es cierto que ésa disolución puede corroer un tejido animal (creando así una quemadura química). No obstante, es muy discutible la espectacularidad que presenta ésta misma en la película. Para asegurarnos de que no es el tiempo de contacto lo que provoca tal resultado, lo hemos mantenido en nuestra experiencia.

Aun así, el resultado sigue difiriendo de lo sucedido en la película.

4.10. Sangre con peróxido de hidrógeno

En primer lugar, el peróxido de hidrógeno no es otra sustancia que la misma agua oxigenada que todos conocemos. Es conocido por su carácter de líquido altamente polar y buen oxidante. Se usa frecuentemente como desinfectante cuando se aplica en las heridas.

- La información sobre los puntos de fusión y ebullición de este compuesto se encuentra en el anexo -

La sangre tiene una enzima, la catalasa, que actúa como catalizador, acelerando la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno en H_2O y O_2 . Y debido a que la mayoría de bacterias patógenas son anaerobias - es decir, que viven sin oxígeno- mueren en la espuma blanca rica en oxígeno que se debe producir cuando la sangre de la herida actúa sobre el agua oxigenada.

¿Qué ocurre?

Al añadir la sangre en un vaso que contenga agua oxigenada observamos una reacción química que desprende gases formando espuma blanca.

Lo que ocurre es que el peróxido de hidrogeno se descompone debido a la sangre, en agua y oxígeno gaseoso.

4.10.1. Práctica

Objetivo

- Comprobar si los efectos visibles de la reacción son iguales a los del .gif.

Problema e hipótesis

Tanto el problema como la hipótesis son la misma afirmación que el objetivo, ya que de este enunciado si podemos hacer la reproducción exacta.

Fundamento teórico

La información mostrada en el apartado 4.10.1 constituye el fundamento teórico de esta memoria.

Material

- Sangre de conejo
- Vaso de vidrio
- Agua oxigenada
- Placa de Petri

Productos peligrosos: No hay productos peligrosos.

Procedimiento

1. Verter agua oxigenada en una placa de Petri.
2. Agregar la sangre de conejo.

Datos y cálculos

No hay cálculos ni datos numéricos.

Resultados

Al añadir la sangre y entrar en contacto con el peróxido de hidrógeno hemos observado que se producía una reacción efervescente muy exotérmica. En cuestión de segundos se ha formado una espuma de aproximadamente un 1,5 cm con una consistencia similar a la de la gelatina.



Imagen 24: Peróxido de hidrógeno con sangre

Discusión de los resultados

Al añadir la sangre, ésta ha reaccionado inmediatamente, produciendo una espuma que ha llegado a adquirir mucho volumen y calentando la placa de Petri. Por el hecho de que se produzca esta espuma, vemos que se está descomponiendo el agua oxigenada.



Imagen 25: Reacción según el .gif

Conclusiones

En la imagen .gif se veía cómo se creaban bultos, al agregar la sangre, dónde se llevaba a cabo la reacción, y el resto de peróxido sólo adquiría color blanco. En nuestra puesta a prueba, la sangre se escampó por toda la placa, por lo que reaccionó todo el peróxido de hidrógeno, proporcionándole un color más rosado, sin quedar ninguna parte blanca ni “amontonarse” la sangre.

Tras este análisis se puede concluir que nuestra hipótesis (a la vez que la respuesta al problema) es que la apariencia de la reacción no es la misma.

4.11. Otras reacciones curiosas

Hay otras reacciones curiosas que hemos encontrado junto al peróxido de hidrógeno con sangre, pero que hemos decidido no tratar. Éstas se encuentran en las siguientes páginas web:

<http://es.docsity.com/noticias/top-listas/9-reacciones-quimicas-espectaculares/>

<http://www.nmactualidad.com/2014/01/las-reacciones-quimicas-mas.html>

5. CONCLUSIONES

Acabado el proyecto de investigación, llegamos al momento de analizar todo el trabajo realizado y presentar las conclusiones. Como comentamos en la introducción, hemos extraído los enunciados químicos de tres fuentes diferentes. Por ello, en este apartado seguiremos el mismo patrón para sacar las conclusiones, es decir, las dividiremos en tres grupos; *Breaking Bad*, *El club de la lucha*, e Internet (*reacciones curiosas*).

El problema planteado fue si eran fieles a la realidad las reacciones químicas que se emiten en los medios de comunicación.

Entre ellas hay una diferencia esencial; en algunas pudimos comprobar experimentalmente hasta qué punto era cierto lo que habíamos visto; con las demás, tuvimos que, mediante la búsqueda por Internet, juzgar lo que explicaban y sacar nuestras conclusiones.

Entrando en el primer grupo, la conclusión es la siguiente: Gracias a la intervención de Donna Nelson, hemos podido observar una notable mejora, a lo largo de los capítulos, de la rigurosidad científica. Los enunciados químicos más discutibles son: el uso que se hace del ácido fluorhídrico y sus efectos, el fulminato de mercurio y, finalmente, el color azul de la metanfetamina de Walt. Estos enunciados no son del todo incorrectos pero hay aspectos que no son fieles a la realidad. En los restantes, - pila Daniell, ensayo a la llama y toxinas – no hemos encontrado tanto a objetar como en los anteriores, es decir, los enunciados eran próximos a la realidad, a pesar de que había pequeños detalles exagerados.

En cuanto a la película *El club de la lucha*, tenemos el enunciado de la saponificación de grasas animales, que sí es cierto. Pero, por otro lado, en la quemadura química se nos presentó una diferencia muy grande. Pese a que es cierto que el NaOH en disolución acuosa corroe los tejidos, la manera espectacular de reaccionar agresivamente y en tan poco tiempo no es, para nada parecida al resultado obtenido en la práctica. Por ello concluimos que más que rigurosidad científica, buscaban una escena impresionante.

En último lugar logramos hacer la experiencia sobre una de las varias reacciones curiosas que encontramos en formato .gif en Internet. Elegimos esta reacción, porque era la única de las que habíamos planteado que estaba a nuestro alcance. El objetivo era determinar si la apariencia física de la reacción era tan curiosa como se mostraba, pero, de nuevo nos encontramos con que es correcta la reacción pero no su apariencia.

La única hipótesis que nos queda para concluir, es la que formulamos acerca de *Breaking Bad*. Afirmamos que la hipótesis es válida, ya que en su mayor parte, los enunciados recogidos tienen una rigurosidad científica más bien alta desde la intervención de Donna J. Nelson.

A continuación, mediante unas tablas, presentamos el primer objetivo con el fin de hacerlo más visual. Este objetivo consistía en determinar y clasificar la rigurosidad científica de los

enunciados químicos que encontráramos, tras estudiarlos. Los criterios de clasificación los hemos establecido a partir de nuestras experiencias.

CRITERIOS DE LA RIGUROSIDAD CIENTÍFICA	
<i>Alta</i>	El enunciado químico encontrado es fiel a la realidad, podría reproducirse tal como se observa.
<i>Cuestionable</i>	El enunciado químico encontrado se acerca bastante a la realidad, aunque hay matices no ciertos en algún punto.
<i>Escasa</i>	El enunciado químico encontrado está bastante alejado de la realidad, no se podría reproducir de la manera en que se muestra.
<i>Nula</i>	El enunciado químico encontrado no tiene ningún punto de apoyo, no hay manera de reproducirlo.

REACCIÓN QUÍMICA	RIGUROSIDAD CIENTÍFICA	MOTIVO
<i>Ácido</i>	Escasa	El HF es capaz de corroer la materia orgánica, pero no es el mejor candidato para deshacer cuerpos. Variables como el tiempo y la cantidad son incorrectos.
<i>Batería de mercurio</i>	Alta	Cada uno de los elementos que usa Walter tiene el homólogo en la teoría de la pila Daniell.
<i>Fuegos de colores</i>	Alta	Es un experimento sencillo, reproducible en un aula de química. Lo que se hace exactamente en la serie se podría llevar a cabo.
<i>Explosivo</i>	Escasa	Para causar una explosión de esas magnitudes, se necesitan cantidades mayores y esto causaría la imposibilidad de salir ileso.
<i>Toxinas</i>	Cuestionable	Es correcto el uso que le dan y las afirmaciones sobre las toxinas. Pero en la ricina, la advertencia sobre el contacto con la semilla es exagerada.
<i>Droga</i>	Cuestionable	La síntesis y la pureza que comentan son alcanzables. No obstante, el color azul no es posible.

<i>Fabricación de jabón</i>	Alta	Las afirmaciones son correctas. Se puede crear jabón a partir de grasas animales.
<i>Quemadura química</i>	Cuestionable	Es cierto que el NaOH disuelto en agua conlleva una quemadura química en el tejido animal, pero la reacción no tiene el aspecto espectacular que se muestra.
<i>Peróxido de hidrógeno y sangre</i>	Cuestionable	La reacción es correcta pero la apariencia de la reacción mostrada en Internet no es correspondiente a la realidad.

Hemos conseguido emular unas reacciones químicas determinadas utilizando reactivos y materiales distintos, durante el proceso de la parte práctica del trabajo, así como el estudio de reacciones del organismo frente al consumo de estupefacientes, en concreto, frente a la metanfetamina.

6. BIBLIOGRAFÍA Y WEBGRAFÍA

Triplenlace (2013). *La química de Breaking Bad*.

[16 de marzo de 2014]

< <http://triplenlace.com/2013/07/10/la-quimica-de-breaking-bad/>>

Triplenlace (2013). *La química de Breaking Bad*.

[16 de marzo de 2014]

< <http://triplenlace.com/2013/08/17/la-quimica-de-breaking-bad-1-puede-el-acido-fluorhidrico-disolver-un-cadaver/>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Saxitoxina*.

[22 de marzo de 2014]

< <http://es.wikipedia.org/wiki/Saxitoxina>>

Stix, Gary (2013). *The Straight dope: A Q&A with the Prof behind the Good Science in Breaking Bad*.

[22 de marzo de 2014]

< <http://blogs.scientificamerican.com/talking-back/2013/08/21/the-straight-dope-a-qa-with-the-prof-behind-the-good-science-in-breaking-bad/>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Isomería*.

[23 de marzo de 2014]

< <http://es.wikipedia.org/wiki/Isomer%C3%ADa>>

Genoveva (2010). *Estereoisómeros. Enantiómeros. Diastereoisómeros*.

[29 de marzo de 2014]

< <http://comisionfisicoquimicamp.blogspot.com.es/2010/05/estereoisomeros-enantiomeros.html>>

Universidad Nacional de Colombia. *Química de coordinación. Isomería*.

[29 de marzo de 2014]

< http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2000189_1/html/quimica-de-coordinacion-isomeria.html>

Serie Breaking Bad (2012). *Chiral*.

[5 de abril de 2014]

< <https://www.youtube.com/watch?v=3Cc5KXHxoFU>>

Fernández, Germán (2007). *Quiralidad molecular y enantiómeros*.

[5 de abril de 2014]

< <http://www.quimicaorganica.org/estereoquimica/88-quiralidad-molecular-y-enantiomeros.html>>

Rafael (2009). *Conceptos de reducción y oxidación*.

[6 de abril de 2014]

< <http://www.quimicaorganica.org/estereoquimica/88-quiralidad-molecular-y-enantiomeros.html>>

Boixaderas Sáez, Núria i altres (2008). *Química 1r de Batxillerat*.

Editorial Santillana.

Página 223

[12 de abril de 2014]

Parra, Sergio (2010). *El ácido más ácido de todos los ácidos*.

[12 de abril de 2014]

< <http://www.xatakaciencia.com/quimica/el-acido-mas-acido-de-todos-los-acidos>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Ácido fluorhídrico*.

[12 de abril de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_fluorh%C3%ADdrico>

Vázquez, Lucía (2014). *¿Es posible disolver un cadáver con ácido fluorhídrico?*

[12 de abril de 2014]

< <http://curiosidades.batanga.com/5532/es-posible-disolver-un-cadaver-con-acido-fluorhidrico>>

Ministerio de trabajo y asuntos sociales, España (1994). *Fichas internacionales de Seguridad Química*.

[12 de abril de 2014]

< <http://sct.uab.cat/l-amb-controlat/sites/sct.uab.cat.l-amb-controlat/files/HF.pdf>>

Prevor, Laboratorio (2010). *Dossier product. Ácido fluorhídrico*.

[12 de abril de 2014]

< http://www.prevor.com/ES/sante/RisqueChimique/hexafluorine/publications/media/dossier-HF_es.pdf>

Grupo Santillana Ediciones (1999). *Imago. Química*.

Editorial Santillana.

Página 30

[19 de abril de 2014]

Boixaderas Sáez, Núria y otros (2008). *Química 1r de Batxillerat*

Editorial Santillana.

Página 120

[19 de abril de 2014]

Triplenlace (2013). *La química de Breaking Bad*.

[19 de abril de 2014]

< <http://tripenlace.com/2013/08/21/la-quimica-de-breaking-bad-3-pila-de-mercurio/>>

Gobierno de Extremadura (2011). *Nuevos pictogramas de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias químicas*.

[23 de abril de 2014]

< <http://www.prl-creex.es/j2.5/noticias/20-noticias-funprl-2011/346-nuevos-pictogramas-de-peligro-para-la-clasificacion-etiquetado-y-ensado-de-sustancias-quimicas.html>>

Ministerio de sanidad, política social e igualdad (2011). *Nuevos pictogramas de peligrosidad*.

[23 de abril de 2014]

< http://www.cecuc.es/publicaciones/INC11_seguridad_guia.pdf>

Wikipedia, Usuario (2014). *Ricina*.

[26 de abril de 2014]

< <http://es.wikipedia.org/wiki/Ricina>>

El Mundo (2013). *La ricina, uno de los venenos más potentes que existen*.

[26 de abril de 2014]

< <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2013/04/17/noticias/1366219067.html>>

Garcés, Ester (2014). *Breaking Smart*.

[27 de abril de 2014]

< <http://lallibretadesidees.wordpress.com/2014/01/10/breaking-smart/>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Saxitoxin*.

[27 de abril de 2014]

< <http://en.wikipedia.org/wiki/Saxitoxin>>

Wikipedia, Usuario (2013). *Parálisis flácida*.

[27 de abril de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/Par%C3%A1lisis_fl%C3%A1cida>

Ramírez, Ana (2013). *Los 6 inventos y herramientas más sorprendentes de Breaking Bad*.

[27 de abril de 2014]

< <http://www.fayerwayer.com/2013/09/los-6-inventos-y-herramientas-mas-sorprendentes-de-breaking-bad/>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Celda galvánica*.

[27 de abril de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/Celda_galv%C3%A1nica>

Wikipedia, Usuario (2014). *Óxido de mercurio (II)*.

[27 de abril de 2014]

< [http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_mercurio_\(II\)](http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_mercurio_(II))>

Wikipedia, Usuario (2014). *Galvanizado*.

[15 de mayo de 2014]

< <http://es.wikipedia.org/wiki/Galvanizado>>

Lister, Ted (2002). *Ensayo a la llama*.

[17 de mayo de 2014]

<

http://www.ipimentel.com/ciencias_experimentales/paqwebciencias/paqweb/la_ciencia_a_tu_alcance/Experiencias_quimica_ensayos_a_la_llama.htm>

Wallach, Jason (2013). *A comprehensive guide to cooking meth on Breaking Bad*.

[17 de mayo de 2014]

< <http://www.vice.com/read/a-comprehensive-guide-to-cooking-meth-on-breaking-bad>>

Principia Marsupia (2013). *La química de Breaking Bad explicada*.

[18 de mayo de 2014]

< <http://www.principiamarsupia.com/2013/09/30/la-quimica-de-breaking-bad-explicada/>>

Energy Control (2011). *Metanfetamina*.

[24 de mayo de 2014]

< <http://energycontrol.org/infodrogas/otras/metanfetamina.html>>

Wikipedia, Usuario (2013). *Intercambio iónico*.

[10 de junio de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/Intercambio_i%C3%B3nico>

Wikipedia, Usuario (2014). *Sistema nervioso central*.

[10 de junio de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_nervioso_central>

Wikipedia, Usuario (2014). *Droga*.

[11 de junio de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_nervioso_central>

Secretaria General de Sanidad, Gobierno de España (2007). *Drogas*.

[11 de junio de 2014]

< <http://www.pnsd.msc.es/Categoria2/publica/pdf/guiaDrogas.pdf>>

Rioja Salud (2014) *¿Qué son las drogas?*

[11 de junio de 2014]

< <http://infodrogas.org/inf-drogas/ique-son-las-drogas>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Saponificación*.

[16 de junio de 2014]

< <http://es.wikipedia.org/wiki/Saponificaci%C3%B3n>>

Wikipedia, Usuario (2014). *Ácidos grasos*.

[16 de junio de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/%C3%81cido_graso>

Petrikowski, Gerardo (2011). *Fight Club (Quemadura química)*.

[16 de junio de 2014]

< <http://vimeo.com/24694838>>

Guía del emprendedor (2014). *Fabricación de jabones*.

[16 de junio de 2014]

< <http://www.quiadelemprendedor.com.ar/fabricacion-jabones.html>>

Palahniuk, Chuck ((1996). *Club de Iliuta (Fight Club)*.

Editorial Empúries.

Traducción: Cussà Balaguer, Jordi

Páginas 78-89

[25 de junio de 2014]

Bravo, Hebe (2011) ¿Qué es el índice de saponificación?

[5 de julio de 2014]

< <http://manualidades.innatia.com/c-como-hacer-jabon/a-indice-de-saponificacion.html>>

Mariano (2012). *Polietileno (PE)*.

[7 de julio de 2014]

< <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.es/2012/07/polietileno-pe.html>>

Unión Europea (2008). *Reglamentos*.

[11 de octubre de 2014]

< <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:353:0001:1355:ES:PDF>>

Wikipedia, Usuario (2013). *Quemadura química*.

[16 de octubre de 2014]

< http://es.wikipedia.org/wiki/Quemadura_qu%C3%ADmica>

7. AGRADECIMIENTOS

Gracias a Anna Martí, por haber aceptado ser nuestra tutora, por ayudarnos en todo momento y haber sacrificado su tiempo libre por nosotras.

Gracias a Silvia y Francis, padres de Natalia, por la paciencia y por ayudarnos a encontrar el material necesario.

Gracias a Jordi, padre de Andrea, por la asistencia informática.

Gracias a Joel Vélez por el apoyo y el buen humor que nos ha aportado.

Gracias a Laura, hermana de Andrea, por el apoyo y los consejos sobre cómo hacer un buen trabajo.

8. ANNEXO

8.1. Peligrosidad (simbología y frases)

8.1.1. Frases de riesgo y seguridad

Las frases R y S son un conjunto de códigos recogidos en un sistema de clasificación, etiquetado y envasado de productos químicos basados en la “Directiva de sustancias peligrosas” (DSD) y la “Directiva de preparados peligrosos” (DPD). Éstas son frases con indicaciones sobre los riesgos (R) y consejos de seguridad (S). Los códigos en sí están formados por la letra R o S –según la información que lleve–, y una serie de números cuya combinación está acordada para tener un mismo significado en diferentes países. Aquí se encuentra todos los códigos:

<http://www.insht.es/portal/site/Insht/menuitem.1f1a3bc79ab34c578c2e8884060961ca/?vgnextoid=ff43d5068aa78110VgnVCM1000000705350aRCRD&vgnnextchannel=1d19bf04b6a03110VgnVCM100000dc0ca8c0RCRD>

A partir del año 2010 se estableció un nuevo reglamento (CLP), basado en las dos directivas anteriores, donde dichas frases se sustituían, las R por las llamadas H, y las S por las P. En este enlace están los significados actualizados:

http://www.uv.es/fqlabo/SEGURIDAD_2010/FrasesHyP.pdf

8.1.2. Pictogramas de riesgo



Corrosivo: Puede atacar o destruir metales, así como causar daños irreversibles en la piel, ojos u otros tejidos vivos, en caso de contacto o proyección.



Toxicidad aguda: Genera efectos adversos para la salud, incluso en pequeñas dosis y con consecuencias inmediatas. Al entrar en contacto con el mismo se pueden sentir náuseas, vómitos, dolores de cabeza, incluso puede darse una pérdida de conocimiento. En un caso extremo, puede causar la muerte.



Peligroso para el medio ambiente acuático: Provoca efectos nefastos para los organismos del medio acuático.



Peligroso por aspiración: Los productos que tengan este pictograma de peligro para la salud pueden ser varios: productos cancerígenos, mutágenos -que modifiquen el ADN de las células, provocando daños a la persona expuesta o a su descendencia-, productos tóxicos para la reproducción -efectos terribles en las funciones sexuales, perjudicando la fertilidad, provocando la muerte en el feto o malformaciones-, productos capaces de modificar el sistema nervioso o de ciertos órganos, productos que pueden causar graves efectos en los pulmones, y otros productos que pueden causar síntomas de alergia, o dificultades respiratorias (en el caso de inhalación).



Irritación cutánea: Este pictograma indica que el producto es nocivo para nuestra salud en contacto con la piel o inhalación. Puede producir efectos adversos en dosis altas. Puede provocar irritación en ojos, garganta, nariz y piel, así como alergias cutánea, somnolencia y vértigo.



Inflamable: la llama indica que el producto que contenga este pictograma puede inflamarse en contacto con fuentes de calor, o la fricción. También puede ser que el producto se inflame espontáneamente en contacto con el aire, o que libere gases inflamables en contacto con el agua.



Comburente: este pictograma indica la posibilidad que tiene el producto de provocar o agravar un incendio o una explosión en presencia de materiales combustibles.



Explosivo: peligro de explosión en caso de calentamiento. Este puede explotar en contacto con una llama, chispa, choque, etc.



Gas: el pictograma de bombona de gas, corresponden a los productos que son gases a presión en un recipiente. Algunos de estos pueden explotar en caso de calentamiento. Son gases comprimidos, licuados o disueltos. Los licuados refrigerados pueden producir quemaduras o heridas relacionadas con el frío, llamadas heridas criogénicas.

8.2. Puntos de fusión y ebullición de las sustancias tratadas

Ácido fluorhídrico:

Punto de fusión	190 K (-83 °C)
Punto de ebullición	293 K (20 °C)

Fulminato de mercurio:

Pese a la búsqueda persistente de la temperatura de fusión y ebullición de este compuesto, carecemos de estos datos. Lo único que hemos encontrado es que, a partir de 100°C, se inicia su descomposición térmica.

Óxido de mercurio:

Punto de fusión	773 K (500 °C)
Punto de ebullición	---

Grafito:

Punto de fusión	3800 K (3527 °C)
Punto de ebullición	5100 K (4827 °C)

Zinc:

Punto de fusión	693 K (420 °C)
Punto de ebullición	1180 K (907 °C)

Hidróxido de potasio:

Punto de fusión	633 K (360 °C)
Punto de ebullición	1593 K (1320 °C)

Hidróxido de sodio:

Punto de fusión	591 K (318 °C)
Punto de ebullición	1663 K (1390 °C)

Peróxido de hidrogeno:

Punto de fusión	272,6 K (-1 °C)
Punto de ebullición	423,35 K (150 °C)

9. GLOSARIO

A continuación se encuentran los distintos conceptos que desconocíamos o sobre los que quisimos saber algo más, con sus respectivas definiciones. Los cuatro primeros los buscamos buscando información en general, mientras que los demás fueron apareciendo mientras trabajábamos el cuerpo.

Isomería

La isomería es una propiedad de algunos compuestos químicos, la mayoría orgánicos, pese a que algunos compuestos inorgánicos también la presentan. Ésta consiste en compartir una misma proporción de átomos en la fórmula molecular, a pesar de que, en la estructura física están ordenados de distinta manera, cosa que les proporciona diferentes propiedades.

Los isómeros se clasifican en dos grandes grupos: isómeros estructurales e isómeros espaciales. Este segundo grupo, también recibe el nombre de *estereoisómeros*, los cuales abarcan dos especies: los isómeros geométricos y los ópticos (o *enantiómeros*).

Quiralidad, carbono quiral

Quiralidad es un término para describir objetos que no se pueden superponer con su imagen especular. En la química orgánica, una molécula es quiral cuando la misma y su imagen especular no son superponibles.

La quiralidad suele estar relacionada con la presencia de carbonos asimétricos. Un carbono asimétrico es el que se une a cuatro sustituyentes diferentes, convirtiéndolo en asimétrico (por lo tanto, en quiral).

Diastereoisómero

Cuando en un compuesto se encuentra más de un carbono asimétrico podemos encontrar formas *enantiómeras* (que son imagen especular una de la otra) y otras formas no del todo especulares entre sí, por no tener todos sus carbonos invertidos. A estas formas se les llama diastereoisómeros. Estos, se engloban dentro de los denominados estereoisómeros.

Isómero óptico (dextrógiro y levógiro)

La isomería óptica está presente cuando las estructuras en cuestión no poseen simetría, es decir, la base es un carbono quiral (con cuatro sustituyentes diferentes).

Un isómero óptico es un isómero que en forma cristalina (es decir, en el estado de más orden, donde las correlaciones internas son mayores) o en solución, tiene la propiedad de hacer girar el plano de luz monocromática o polarizada hacia los lados.

Dentro de la propiedad de girar el plano de luz, los isómeros que la hacen girar hacia el lado derecho (sentido de las agujas del reloj), son denominados *dextrógiros*, representadas por (+). En contraposición, los isómeros que lo hacen hacia la izquierda se denominan *levógiros*, representados por (-).

Para conseguir que no haya desviación del plano de luz, ambos isómeros se deben encontrar en una mezcla de concentraciones iguales de cada uno de ellos, por lo que el efecto se neutraliza; esta mezcla se llama *racémica*. El separar los isómeros ópticos de una mezcla se denomina *resolución*.

¹ Disociación

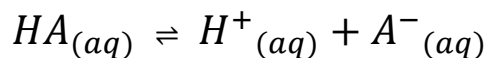
La disociación en química se conoce como el proceso general en el cual complejos, moléculas y/o sales, se separan en moléculas más pequeñas, ya sean iones o radicales, normalmente de manera reversible. Por tanto, disociación es el proceso opuesto a la asociación, la síntesis química o la recombinación. Para medir cuantitativamente la fuerza del ácido en cuestión, se emplea la constante de disociación ácida.

² Ácidos fuertes y débiles

Se denomina ácido fuerte a un ácido capaz de disociarse por completo en una solución acuosa.

En contraposición están los ácidos débiles, que son aquellos que se disocian parcialmente. Una disociación parcial se da cuando, una vez disociadas todas las moléculas del compuesto, los productos vuelven a reaccionar dando lugar otra vez a los reactivos.

Un ejemplo de ácido débil en disociación parcial, sería:

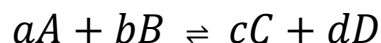


Cuando esto sucede, se establece un equilibrio en lugar de una reacción completa.

Hemos podido comprobar, al preguntar a gente sin demasiado conocimiento de química, como por ejemplo familiares, que lo que se entiende por ácido fuerte es aquel que causa una reacción “muy bestia”.

³ Equilibrio químico

El estado de equilibrio en una reacción química se alcanza cuando, bajo determinadas condiciones de temperatura y presión, la reacción no progresa más. La expresión general para la reacción y su constante, es la siguiente:



$$K = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b}$$

En el numerador se escribe el producto de las concentraciones de los productos de la reacción, y en el denominador, el de los reactivos. Cada uno se eleva al valor de su coeficiente estequiométrico de la reacción ajustada.

⁴ Galvanización

Este es un proceso electroquímico que proporciona la capacidad de recubrir un metal por otro. La función principal de este proceso es la protección de la superficie del metal que se galvaniza. Normalmente, la capa superficial es de zinc.

⁵ Intercambio iónico

Este es un proceso donde se intercambian iones entre dos electrolitos - cualquier sustancia que contiene iones libres- o entre una disolución de estos y un complejo. Suele referirse a una purificación, descontaminación y separación de sustancias que contienen tales iones.

⁶ Oxidación y reducción

La oxidación es un fenómeno que se lleva a cabo cuando una especie química (es decir, los átomos, moléculas, iones...etc, que estamos tratando) cede electrones (pierde) y a su misma vez,

aumenta su número de oxidación. Es decir, la oxidación es aumentada debido a la pérdida de electrones de la especie en cuestión. En cambio, la reducción es cuando gana electrones y disminuye su número de oxidación.

⁷ **Estado de oxidación**

Esto indica el grado de oxidación de un átomo que forma parte de un compuesto (especie química). Es la carga eléctrica -hipotética- que tendría el átomo si todos sus enlaces a elementos diferentes fuesen 100% iónicos.

⁸ **Apoptosis (apoptosis)**

Es la muerte celular ocasionada por sí misma, para controlar su crecimiento y desarrollo.

⁹ **Parálisis flácida**

La parálisis flácida consiste en la falta de resistencia de un músculo a un estiramiento no realizado por el mismo, cuando éste se vuelve laxo y blando a causa de la lesión de los grupos de neuronas motoras inferiores. Ésta parálisis da lugar a una debilidad extrema y una pérdida completa de los reflejos tanto cutáneos como de los tendones.

¹⁰ **Dinoflagelada**

Gran grupo de protistas flagelados. Son microorganismos unicelulares que forman parte del fitoplancton (conjunto de los organismos acuáticos autótrofos del plancton, es decir, que su nutrición no depende de otros seres vivos) marino y de agua dulce.

¹¹ **Sistema nervioso central (central nervous system)**

Se conoce como sistema nervioso central una estructura biológica constituida por el encéfalo y la médula espinal. Es un sistema complejo que se encarga, explicado de manera simple, de percibir estímulos y transmitir impulsos nerviosos como respuesta.

¹² **Adicción**

Llamamos adicción al estado que comporta el consumo de una droga con el fin de evitar las consecuencias negativas de su abstinencia. A causa de la capacidad de adaptación del organismo, a cada consumición el efecto "subidón" es inferior, de manera que se necesita, primero, cada vez más cantidad para conseguir el mismo efecto, y después, un consumo más

seguido para evitar el síndrome de abstinencia o “mono” (de manera que se pasa de buscar el placer de la dosis a silenciar la necesidad de ésta).

¹³ **Índice de saponificación**

El índice de saponificación es el número que indica los mg de KOH necesarios para saponificar un gramo de grasa. Aun así, el álcali más utilizado es el NaOH, por lo que hay que multiplicar el índice por la masa molar del NaOH y dividirlo entre la del KOH.

¹⁴ **Quemadura química**

Una quemadura química se lleva a cabo cuando un tejido vivo se expone a una sustancia corrosiva (como un ácido fuerte o base). Los síntomas dependen de los productos químicos involucrados.