

TU ESCUELA  
EN CASA

Ministerio de  
EDUCACIÓN



GOBIERNO DE LA  
PROVINCIA DE  
CÓRDOBA

entre  
todos

# Explosivos: la energía desatada de las sustancias

NIVEL DE EDUCACIÓN SECUNDARIA / 5.º Y 6.º AÑO

CIENCIAS NATURALES · QUÍMICA

Palabras clave: explosivos / liberación de energía química / reacción química / sustancia / experimentación / propiedades de los materiales



ESCU

ESCUELA



ISEP

## **Explosivos: la energía desatada de las sustancias**



Fuente: [Explosión](#)

## Presentación

En estos últimos días, la noticia de la explosión en un depósito de nitrato de amonio en Beirut conmocionó al mundo. No es la primera vez que un depósito de alguna sustancia química estalla, provoca daños materiales y deja heridos y muertos. El desarrollo de las sustancias explosivas permitió grandes adelantos tecnológicos como la construcción de caminos, diques, puentes y otras grandes obras de ingeniería. Si bien tuvieron también otros destinos nefastos en las guerras, constituyen sustancias necesarias en la sociedad moderna.

En esta secuencia, exploraremos algunas características de los explosivos y cómo su violento mecanismo destructivo tiene mucho que ver con los principios teóricos de la química.

---

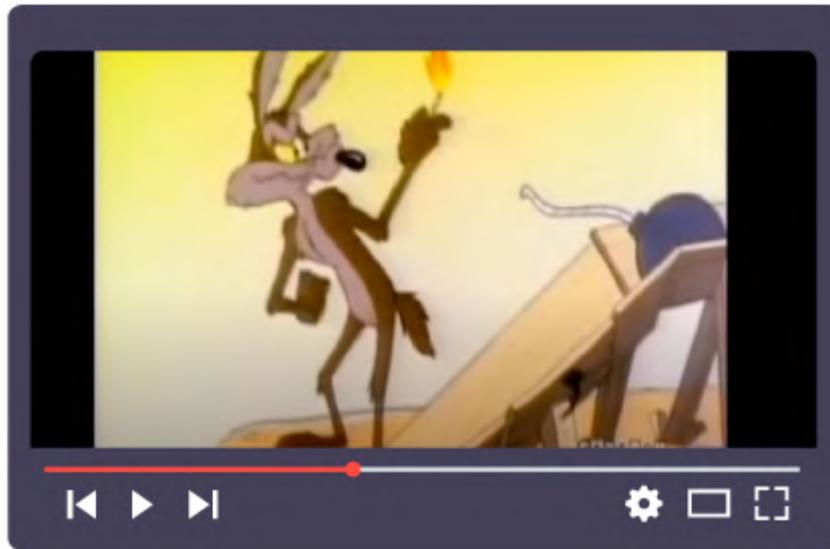
¡Hola, chicos! ¡Hola, chicas! ¡Hola, familia! En esta oportunidad, les proponemos adentrarnos en el mundo de los explosivos. Estas sustancias, como muchas otras, han sido protagonistas de grandes adelantos tecnológicos y, también, de grandes desastres. Existen varias clases de sustancias explosivas y no son todas iguales. Como sea, es muy importante conocerlas y entender mejor de dónde proviene su poder destructivo.

---

## :: Parada 1. Los explosivos

¿Quién no ha visto alguna vez las caricaturas del coyote y el correcaminos?

Willy, el coyote, era muy afecto a utilizar explosivos para atrapar al correcaminos, aunque nunca lo lograra. Para empezar, los invitamos a reír un poco viendo esta recopilación en donde podremos encontrar diferentes tipos de explosivos.



**CLIC AQUÍ PARA VER VIDEO**

<https://bit.ly/3msxPt3>

Como pudieron observar, en el video aparecen diferentes dispositivos:

- Cohetes impulsados con pólvora.
- Dinamita.
- TNT.

Aunque todos son explosivos, cada uno de ellos tiene mecanismos químicos de acción muy diferentes. Coinciden en que, cuando estallan, liberan grandes cantidades de energía que pueden ser muy destructivas.

**¿Cuándo una sustancia se define como “explosivo”? ¿Qué es un explosivo?**

La Organización Internacional del Trabajo a través de sus sistema de clasificación de sustancias químicas peligrosas ([SGA](#)) define a un explosivo **como una sustancia sólida o líquida (o una mezcla de sustancias) capaz de entrar en una reacción o reacciones químicas que producen gases con rapidez y a temperaturas y presiones lo suficientemente altas capaces de ocasionar daños en el entorno.**

Las sustancias pirotécnicas también se incluyen en esta categoría de explosivos, aun cuando no producen gases. Una sustancia o una mezcla pirotécnica está diseñada para generar algún efecto por medio del calor, la luz, los sonidos o los gases como el resultado de una reacción exotérmica no detonativa.

Veamos este otro video que explica mejor qué son y cómo actúan los explosivos.



**CLIC AQUÍ PARA VER VIDEO**

<https://bit.ly/3c4Oq17>

## **ACTIVIDAD 1 | Hagamos una reacción “explosiva” en casa**

---

Esto es algo que todos quisiéramos hacer en un laboratorio pero no... No se pueden hacer estos experimentos en un laboratorio común, y menos aún en un laboratorio escolar o en casa. Lo que en realidad haremos es una reacción química que libera gas, pero a una velocidad relativamente lenta y en la cual ni la temperatura ni la presión alcanzan valores extremos. De todas maneras, a través de esta reacción que no es peligrosa, podrán hacerse una idea de cómo es que se liberan gases en un proceso químico.

### **¿Qué van a necesitar?**

- Vinagre (mejor si es de alcohol).
- Una botellita de plástico de medio litro limpia (de agua o gaseosa).
- Un globo.
- Bicarbonato de sodio.

### ¿Cómo lo van a hacer?

- En la botella, coloquen un pocillo de vinagre (si tienen medidor, serían unos 150 ml).
- Luego, con ayuda de un embudo, introduzcan una cucharadita de bicarbonato de sodio dentro del globo y ajusten el pico del globo al de la botella. Pueden poner una bandita elástica para ajustar mejor el globo al pico de la botella.

**Tengan cuidado de que el bicarbonato quede siempre dentro del globo y no caiga dentro de la botella mientras terminan de armar el dispositivo.**

Debería quedar algo así:

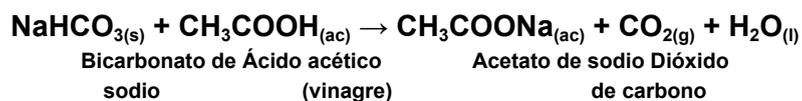


Fuente: [Cómo inflar un globo con bicarbonato de sodio y vinagre](#)

- Ahora, levanten el globo para que el bicarbonato caiga dentro de la botella y se mezcle con el vinagre.
- Registren lo que va ocurriendo con fotos o grabando un video.

### ¿Veamos qué sucedió?

Seguramente vieron que el globo se llenó de gas. La ecuación química que describe este proceso es



Ahora, respondan... ¿Cuál es el gas que se libera? ¿Con qué gas se llenó el globo? ¿Cuántos moles de gas se liberan por cada mol de bicarbonato que reacciona? ¿Cambia el volumen ocupado por la mezcla de reacción inicial con respecto al volumen que ocupa todo el gas que se produjo? Piensen que pusieron 150 ml de vinagre... ¿El volumen del globo es mayor al del vinagre inicial?

Como ven, en esta reacción química el gas se libera lento y en condiciones controladas, pero claramente el volumen final de las sustancias (el de la botella de 500 ml sumado al del globo inflado) es mayor que el del líquido inicial (150 ml). En este proceso expansivo, se libera energía, y en los explosivos ocurre en una escala muchísimo mayor y a una rapidez enorme.

Otro alcance: si tuvieran una balanza, podrían calcular estequiométricamente cuánto gas se desprende pesando el bicarbonato y calculando el volumen en condiciones normales de presión y temperatura, o usando la ecuación general de estado de los gases ideales para calcular el volumen final del gas y compararlo con el volumen inicial de la mezcla.

A continuación, analizaremos qué sucede en las reacciones de detonación de algunos explosivos comunes y podrán comprender mejor el poder destructivo de estas sustancias.

---

### **Pistas para hacer esta actividad:**

En esta experiencia sencilla, podrán observar la producción de dióxido de carbono, que es el gas que infla el globo. Al finalizar la experiencia, deberán analizar la ecuación química balanceada para responder a las preguntas. Si cuentan con una balanza, les sugerimos colocar 5 g de bicarbonato de sodio y así tener la masa inicial para los cálculos estequiométricos, de lo contrario no podrá calcularse la cantidad de gas producida. Si podrían realizar una estimación a través del volumen de la botella y un cálculo del volumen aproximado del globo inflado. Para ello, hacemos de cuenta que el globo es una esfera, medimos su diámetro y calculamos su volumen como  $\frac{4}{3} \pi r^3$ .

---

## :: Parada 2. Algunos explosivos comunes

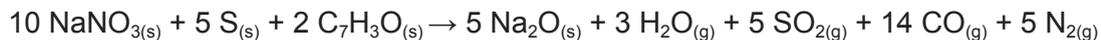
### La pólvora negra

Uno de los primeros explosivos del que se tienen registros es la pólvora negra, cuyo primer uso fue atribuido a los chinos en el siglo XI. Está compuesta de determinadas proporciones de C (carbono), S (azufre) y  $\text{KNO}_3$  (nitrato de potasio), y es un explosivo de tipo deflagrante, es decir, que se activa por el calor y su velocidad de detonación no supera a la velocidad del sonido. Es por esto que su poder destructivo no es muy grande.



Fuente: Pólvora Negra

La ecuación química de deflagración es



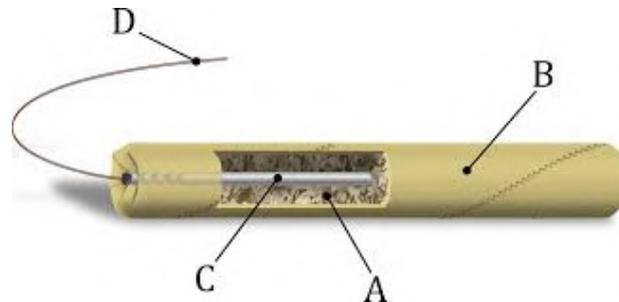
Sus usos son variados: como relleno de municiones de armas de fuego, fuegos artificiales y bengalas de rescate.

### La dinamita

Este explosivo es bastante especial. Fue inventado por Alfred Nobel en 1866 y patentado en 1867. Su empleo en la explotación de los campos petroleros de Bakú (Azerbaiyán) le hizo ganar una fortuna a su creador, la cual fue donada en su testamento para la concesión de premios especiales a los mejores científicos. Así nacieron los premios Nobel.

Está hecha de nitroglicerina mezclada con un material absorbente en polvo (tierra de diatomeas) parecido al talco. La nitroglicerina es un líquido muy sensible a los golpes y, por ello, muy difícil de manipular y trasladar. Al ser absorbida por este material inerte (el polvo), se podía golpear y hasta quemarse sin que explote. En 1864, una explosión de nitroglicerina

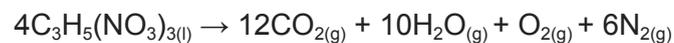
mató a cinco personas, entre ellas, al hermano pequeño de Nobel. Es por ello que Alfred se concentró en buscar un método que permitiera manipular este compuesto de manera segura, y así nació la dinamita.



Fuente: Dynamite Diagram

La dinamita es un explosivo más estable y manejable que la nitroglicerina, ya que para que explote se requiere de un detonador y otra sustancia química llamada "fulminante". En la caricatura del coyote y el correacamino que vimos antes, habrán podido identificar cartuchos de dinamita que son activados por Wily mediante un detonador.

La reacción química que ocurre al detonar la dinamita es



La dinamita se utilizó ampliamente en la minería, la construcción de caminos y, también, en demoliciones, aunque en muchos casos ha sido reemplazada por otros explosivos más eficientes y seguros para su manejo. En el camino de las altas cumbres en Córdoba, en las rocas de las paredes de la montaña pueden verse los surcos de las perforaciones donde se colocaron los cartuchos de dinamita para abrir el camino.

### **El trinitrotolueno o TNT**

Es un compuesto orgánico aromático cristalino, de color amarillo pálido y explosivo. Conocido también como "trotyl", es estable y no reacciona por fricción, golpes o agitación. Se empaqueta en cartuchos parecidos a los de la dinamita, y su detonación requiere un iniciador específico.



Fuente: Trinitrotoluene

Su reacción de detonación es la siguiente:



Actualmente, es uno de los explosivos más usados en minería, construcción y aplicaciones militares.

---

### **Recordemos...**

Es conocida la triste historia de las explosiones que ocurrieron en 1995 en la fábrica militar de la ciudad de Río Tercero en Córdoba, producto de la detonación de numerosas cargas de TNT. El hecho produjo siete muertos, innumerables heridos e incalculables daños a la población.

Si quieren saber más al respecto, pueden leer la entrada de Wikipedia, "Explosiones de Río Tercero de 1995", disponible [aquí](#).

---

## ACTIVIDAD 2 | Nitrato de amonio, el fertilizante que hizo estallar Beirut

Existen otras sustancias que pueden ser explosivas, aunque no sean utilizadas para tales fines. El 4 de agosto pasado, en la ciudad portuaria de Beirut (República del Líbano), estalló un depósito de nitrato de amonio ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), lo cual produjo numerosas víctimas y daños materiales incalculables.



Fuente: [Nitrato de amonio](#)

Esta explosión, como todas las que hemos visto en la parada anterior, tiene muchísimo que ver con la química.

1. Lean el siguiente artículo periodístico acerca de lo sucedido en Beirut: “[Qué es el nitrato de amonio, la sustancia responsable de la explosión en Beirut \(y por qué es tan peligroso\)](#)” (BBC News Mundo, 2020).
2. Luego de la lectura, respondan estas preguntas:
  - ¿Qué usos tiene el nitrato de amonio?
  - ¿Por qué esta sustancia puede provocar una explosión?
3. Consideren la ecuación química que describe el proceso de explosión del nitrato de amonio:  $\text{NH}_4\text{NO}_{3(s)} \rightarrow \text{N}_{2(g)} + \text{H}_2\text{O}_{(g)} + \text{O}_{2(g)}$   
¿Qué semejanzas encuentran entre esta y las reacciones planteadas para los otros explosivos que hemos conocido en esta secuencia?

Una vez listas las respuestas, avancemos a la siguiente parada.

## :: Parada 3. El poder de los explosivos

En este video, se puede ver, durante la terrible explosión de Beirut, la onda expansiva provocada por los gases de la reacción.



CLIC AQUÍ PARA VER VIDEO

<https://bit.ly/2FDMIYU>

El terrible poder de los explosivos reside precisamente en esta característica: en su capacidad de liberar grandes volúmenes de gas en muy corto tiempo. A mayor volumen de gas liberado, mayor es la energía liberada por el explosivo y más destructivo será. Este volumen de gas puede calcularse mediante la estequiometría para cada clase de explosivo.

---

### Para saber más...

Mediante la expresión  $-P\Delta V$  se puede calcular la cantidad de trabajo que puede hacer el explosivo en cuestión.  $P$  es la presión a la cual ocurre la reacción, que suele ser la atmosférica, y  $\Delta V$  es la variación de volumen entre el volumen inicial del combustible antes de la reacción y el volumen final del sistema con todos los gases resultantes.

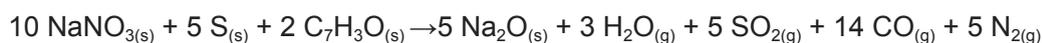
## ACTIVIDAD 3 | Hagamos algunos cálculos

---

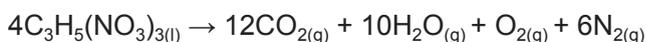
Vamos a calcular el volumen de gas que liberan los explosivos presentados en esta secuencia.

### Ecuaciones químicas balanceadas de detonación para cada explosivo

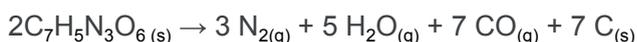
#### Pólvora negra



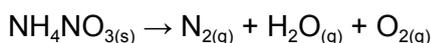
#### Dinamita



#### Trinitrotolueno



#### Nitrato de amonio



1. Con esta información, calculen **los moles de gas que se liberan por cada mol de explosivo que se detona.**

El caso de la pólvora es algo más complejo ya que hay varias sustancias reaccionantes, pero podemos simplificarlo tomando solo el nitrato de sodio como base de cálculo.

¿Cómo lo hacemos?

Los coeficientes estequiométricos representan los moles de sustancia reaccionantes. Es decir, en el caso de la pólvora, por ejemplo, **reaccionan** 10 moles de  $\text{NaNO}_3$  (nitrato de sodio) y **producen** 5 moles de óxido de sodio, 3 moles de agua gaseosa, 5 moles de trióxido de azufre, 14 moles de monóxido de carbono y 5 moles de nitrógeno. ¿Cuántos moles de gas en total se producen con 10 moles de nitrato de sodio?

Sumamos: 5 moles de  $\text{Na}_2\text{O}$

3 moles de  $\text{H}_2\text{O}$

5 moles de  $\text{SO}_2$       +

14 moles de  $\text{CO}$

5 moles de  $\text{N}_2$

En total, son 32 moles de gases.

Ahora, estos son moles liberados por 10 moles de nitrato de sodio. Para poder comparar con los demás explosivos, necesitamos calcular estas cantidades para 1 mol. ¿Cómo? Podemos obtener este dato con una regla de tres.

liberan

Entonces, si 10 moles de  $\text{NaNO}_3$  ----- 32 moles de gas

1 mol de  $\text{NaNO}_3$  -----  $x = (1\text{mol} \times 32 \text{ mol})/10 = 3,2$  moles de gas.

- Repitan estos cálculos para los otros explosivos y anoten en una tabla como esta los resultados obtenidos.

1 mol de explosivo	Cantidad de moles de gas (de menor a mayor)

- Comparen los resultados obtenidos para los explosivos con los moles de gas que se liberan en la reacción del bicarbonato de sodio con el vinagre. Obviamente, serán menos moles de gas, por eso esta reacción no llega a ser explosiva.
- Ordenen los explosivos considerando que mientras más moles de gas libera una sustancia explosiva en su detonación, mayor es su poder destructor.
- Luego, respondan:
  - ¿En qué lugar de la escala está situado el nitrato de amonio?
  - ¿Cómo se relaciona esta respuesta con el desastre ocurrido en Beirut?

Tengan en cuenta que detonaron 35 millones de moles de nitrato de amonio (35.000.000).

---

Hasta acá, hemos visto que, a pesar de su potencial poder destructivo, los explosivos también son sustancias útiles, ya que permiten ejecutar diversos procesos para la industria, para la minería u obras de ingeniería, entre otras.

A lo largo de este recorrido, han podido conocer el mecanismo por el cual actúan los explosivos y entender, entonces, su devastador efecto y por qué las medidas de seguridad son tan vitales cuando manipulamos estas sustancias.

¡Nos vemos en la próxima!

---

## Referencias

Alfred Nobel. (6 de septiembre de 2020). *Wikipedia*. Disponible en <http://bit.ly/404fC84>

BBC News Mundo. (5 de agosto de 2020). Qué es el nitrato de amonio, la sustancia responsable de la explosión en Beirut (y por qué es tan peligroso). Disponible en <http://bit.ly/3mWCEzi>

El País. (6 de agosto de 2020). *La explosión de Beirut en ocho secuencias cotidianas* [Archivo de video]. Disponible en <http://bit.ly/42d0U0n>

Explosiones de Río Tercero de 1995. (18 de agosto de 2020). *Wikipedia*. Disponible en <http://bit.ly/3TftYQK>

Fifipedia. (2 de noviembre de 2017). *¿Qué es una sustancia explosiva?* [Archivo de video]. Disponible en <https://bit.ly/3c4Oq17>

Jonathan Seitz. (28 de abril de 2017). *Wile E Coyote and Explosions* [Archivo de video]. Disponible en <http://bit.ly/3mMxHZX>

## ORIENTACIONES PARA EL O LA DOCENTE

En las actividades de esta propuesta, se trabaja con las transformaciones químicas en relación con los intercambios de energía. El análisis que se propone busca lograr que los estudiantes puedan comprender, desde las explicaciones que da la ciencia, saberes que circulan por los medios de comunicación y las redes sociales relacionados con accidentes causados por sustancias explosivas. Este propósito se inscribe en los objetivos de alfabetización científica de las personas y el desarrollo de su pensamiento crítico sustentado en el conocimiento científico.

La secuencia se divide en tres paradas. La primera presenta a los explosivos como un grupo de sustancias químicas con propiedades singulares que les otorgan un poder destructivo. A través de una caricatura, se evocan las representaciones cotidianas que tienen los estudiantes acerca de los explosivos para luego introducir una presentación sistemática de algunos de ellos. A través de la actividad experimental, se pretende mostrar de qué manera una reacción en medio acuoso genera gas y, mediante un cálculo, apreciar el cambio de volumen que opera en el sistema. Así, se establece un paralelo con el cambio brutal de volumen que se genera en las reacciones de detonación y se puede comprender que el poder destructivo de un explosivo se relaciona con eso. Para abordar esta secuencia, los alumnos deben ser capaces de nombrar compuestos químicos, escribir ecuaciones balanceadas y realizar cálculos estequiométricos sencillos.

Esta secuencia puede ser utilizada en su totalidad o pueden hacerse diversos recortes de acuerdo con el grupo de alumnos. También, puede complementarse con otros materiales para profundizar en los diversos aspectos trabajados. Por ejemplo, si los alumnos han desarrollado algunas generalidades de termodinámica en física, se puede profundizar en la conceptualización del trabajo de expansión  $-P\Delta V$  y la relación que esto guarda con la energía que se libera en una detonación. Es posible también complejizar la actividad anterior mediante la aplicación de la ecuación general de estado de los gases ideales en los cálculos en lugar del volumen molar en CNPT.

---

## **FICHA TÉCNICA:**

**Secuencia:** Explosivos: la energía desatada de las sustancias

**Nivel:** Secundario

**Cursos sugeridos:** 5.º y 6.º grado

**Área:** Química

---

### **Ejes curriculares:**

- Los materiales: composición, estructura y propiedades.
- Los materiales, sus interacciones y sus transformaciones.

### **Objetivos:**

- Valorar el uso de los materiales a fin de adquirir una posición crítica al respecto.
- Describir las interacciones entre moléculas y su influencia en las propiedades de las sustancias.
- Reconocer y utilizar fórmulas y nombres de compuestos químicos.
- Reconocer el papel de la energía en los procesos químicos.

### **Aprendizajes y contenidos:**

- Aplicación de mol y masa molecular en cálculos sencillos.
- Utilización de la nomenclatura química tradicional, IUPAQ, para nombrar compuestos químicos relevantes.
- Interpretación de los intercambios de energía y materia en las transformaciones químicas.
- Conocimiento e interpretación de algunos procesos químicos utilizados en la industria.

### Sobre la producción de este material

Los materiales de *Tu Escuela en Casa* se producen de manera colaborativa e interdisciplinaria entre los distintos equipos de trabajo.

**Autoría:** María Soledad Martínez

**Didactización:** Griselda García

**Corrección literaria:** María Carolina Olivera

**Diseño:** Carolina Cena y Ana Gauna

**Coordinación de *Tu Escuela en Casa*:** Flavia Ferro y Fabián Iglesias

### Citación:

Martínez, M. S. y equipos de producción del ISEP. (2020). Explosivos: la energía desatada de las sustancias. *Tu Escuela en Casa*. Para el Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba.

*Este material está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.*



La Comunidad de prácticas es un espacio de generación de ideas y reinención de prácticas de enseñanza, donde se intercambian experiencias para hacer escuela juntos/as. Los/as invitamos a compartir las producciones que resulten de la implementación de esta propuesta en sus instituciones y aulas, pueden enviarlas a: [tuescuelaencasa@isep-cba.edu.ar](mailto:tuescuelaencasa@isep-cba.edu.ar)



Los contenidos que se ponen a disposición en este material son creados y curados por el Instituto Superior de Estudios Pedagógicos (ISEP), con el aporte en la producción de los equipos técnicos de las diferentes Direcciones Generales del Ministerio de Educación de la provincia de Córdoba.

Ministerio de  
**EDUCACIÓN**

