

DESQBRE  
EL CINE CIENTÍFICO

QUÍMICA  
Y SOCIEDAD  
GUÍA DIDÁCTICA

# SUMARIO

## QUÍMICA Y SOCIEDAD

Introducción .....	3
Objetivo .....	5
El autor .....	6
Orientaciones didácticas .....	7

## PELÍCULAS

Madame Curie.....	9
Flubber .....	19
100 X 100 Hecho de Basura .....	27
El precio del progreso. El agujero en el cielo .....	33



DESCUBRE  
EL CINE CIENTÍFICO

DESCUBRE EL CINE CIENTÍFICO

QUÍMICA Y SOCIEDAD. GUÍA DIDÁCTICA

Edita: Fundación Descubre

Textos: Antonio Marchal

© 2014. FUNDACIÓN DESCUBRE

Guía optimizada para imprimir en papel formato DIN-A4 a doble cara

# INTRODUCCIÓN

## QUÍMICA Y SOCIEDAD

El año 2011 fue declarado por la Asamblea General de Naciones Unidas **Año Internacional de la Química** bajo el lema *Química: nuestra vida, nuestro futuro*. Entre los objetivos a los que aspiraba esta conmemoración se encontraba el incrementar la apreciación pública de la química como herramienta fundamental para satisfacer las necesidades de la sociedad y promover el interés por la química entre la juventud.

La química, sin lugar a dudas, está presente en todo lo que nos rodea y en cada una de las acciones que hacemos a diario, desde que suena el despertador y nos levantamos hasta que caemos nuevamente rendidos después de un día intenso de trabajo, en el cual nos hemos duchado y aseado, nos hemos vestido y abrigado, hemos desayunado, almorzado y cenado, nos hemos desplazado al lugar de trabajo, al supermercado, a la droguería, al taller, al polideportivo y al restaurante. Todos los actos de nuestra vida están gobernados por compuestos químicos y miles de reacciones químicas.

## LA QUÍMICA, SIN LUGAR A DUDAS, ESTÁ PRESENTE EN TODO LO QUE NOS RODEA Y EN CADA UNA DE LAS ACCIONES QUE HACEMOS A DIARIO

Sin embargo, lo que salta a la opinión pública a través de los noticieros y la publicidad son los escapes incontrolados de `químicos` al mar o a la atmósfera, el empleo de armas `químicas` o las dietas basadas en alimentos naturales sin `química`. Como si un misil no contuviera explosivos químicos o la vitamina C que hay en una manzana no fuera lo mismo que los sobres que nos venden en una farmacia. El caso es utilizar la palabra `química` con una connotación negativa, nunca positiva.

Evidentemente hay compuestos especialmente tóxicos, pero tanto naturales como artificiales, cuya manipulación y uso debemos minimizar mediante su estudio y el establecimiento de medidas de control que se hagan respetar. Al respecto es muy interesante este párrafo del discurso que pronunció Pierre Curie con motivo del premio Nobel de Física que recibió en 1903: *“Se puede imaginar que en manos criminales el radio pueda hacerse muy peligroso, y en este punto nos podemos preguntar si la humanidad extrae ventajas conociendo los secretos de la naturaleza, si está madura para beneficiarse o si este conocimiento no le resultará perjudicial. El ejemplo de los descubrimientos de Alfred Nobel es característico: los poderosos explosivos han permitido a los hombres llevar a cabo trabajos admirables. También son un medio terrible*

*de destrucción en las manos de grandes criminales que arrastran a los pueblos a la guerra. Yo soy de los que piensan con Nobel que la humanidad extraerá más bien que mal de los nuevos descubrimientos.*" Confiamos, por tanto, en que tanto los viejos como los nuevos compuestos químicos que se descubran caigan en buenas manos y sean utilizados sabiamente en pro de la humanidad y del medio ambiente.

Valiéndonos del dicho de que una imagen vale más que mil palabras, y aprovechando la rica filmografía existente que podemos utilizar con fines didácticos, proponemos un conjunto de cuatro películas y documentales que destacan el papel de las ciencias químicas en nuestra sociedad.

La primera película trata sobre la vida la única mujer que ha ganado dos premios Nobel hasta la fecha, Marie Curie, el descubrimiento de dos radioelementos y la radiactividad, fenómeno natural con importantes aplicaciones sanitarias.

La segunda película se centra en el interés de la comunidad científica por descubrir nuevos materiales que hagan nuestra vida más cómoda. Se trata de *Flubber*, película protagonizada por Robbin William y dirigida por Les Mayfield en 1997.

A continuación se presentan dos documentales que pretenden llamar la atención sobre cómo la proliferación de nuevos materiales y productos de consumo conseguidos gracias a los avances de la química en el siglo XX pueden afectar al medio ambiente mediante la generación de enormes cantidades de residuos difíciles de gestionar o mediante la destrucción de la atmósfera que nos rodea, inclusive. Los documentales en cuestión son *100 x 100 hecho de basura* y *Un agujero en el cielo*.

**Para conseguir un mayor aprovechamiento de los audiovisuales propuestos, en esta guía ofrecemos orientaciones didácticas, que pueden servir de ayuda tanto para la comunidad educativa como para la presentación de las películas ante el público general, así como una serie de actividades para trabajar con el alumnado. Mediante estos materiales, el profesorado tendrá la posibilidad de incorporar los contenidos sobre la importancia de la química en la sociedad actual en el currículo educativo. Por su parte, los y las moderadoras de actividades de divulgación podrán fomentar el debate sobre la necesidad de la ciencia y sus avances.**

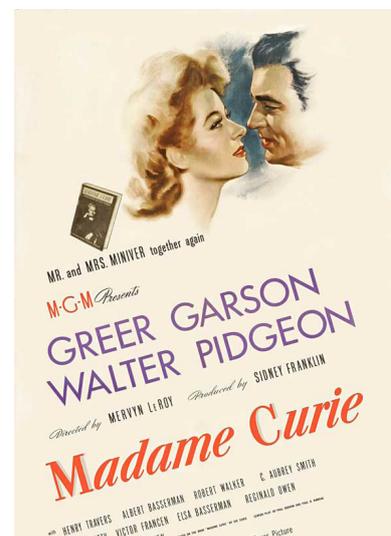
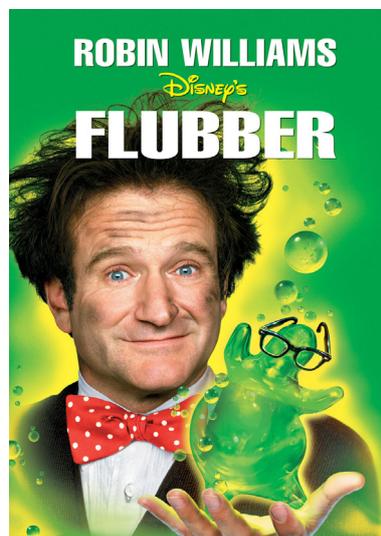


# OBJETIVO

‘**Descubre el cine científico**’ es una herramienta útil y divertida para la enseñanza y divulgación de la ciencia para todos los públicos. A través del cine, este proyecto aborda cómo la investigación científica y el desarrollo tecnológico contribuyen a mejorar nuestra calidad de vida, los diferentes retos a los que la humanidad ha tenido que enfrentarse a lo largo de su historia, así como los actuales desafíos de la sociedad.

‘**Descubre el cine científico. Química y sociedad**’ ofrece dos películas comerciales y dos documentales con el objetivo de destacar el papel de las ciencias químicas en nuestra sociedad. Está dirigido al público general, especialmente a la comunidad educativa. Los títulos propuestos son:

- *Madame Curie* (1943), sobre el descubrimiento de nuevos elementos y la radiactividad
- *Flubber* (1997), película comercial de comedia familiar
- *100 x 100 hecho de basura* (2009), documental sobre diseño sostenible de los procesos de producción
- *Los riesgos del progreso: El agujero en el cielo*, documental que aborda la historia de los CFCs





## EL AUTOR

El responsable del diseño de `Descubre el cine científico. Química y sociedad` ha sido Antonio Marchal, Profesor Titular en el Departamento de Química Inorgánica y Orgánica (área orgánica) de la Universidad de Jaén. Pertenece al grupo especializado `Historia de la Ciencia` de la Real Sociedad Española de Química. Es autor de la premiada obra teatral `Estáis hechos unos elementos, una historia de la tabla periódica`. Junto con el teatro, participa activamente en la coordinación de actividades científico divulgativas como las Jornadas Nobel de la Universidad de Jaén, el ciclo de conferencias `Hacia el infinito y más allá`, el `Bosque de la Ciencia` y los talleres de experimentación para escolares `Recicla con ciencia`. Además, organiza visitas guiadas para dar a conocer el patrimonio gastronómico, monumental y natural de la provincia de Jaén, del que es un gran defensor. Desde el año 2011 es Delegado por Jaén de la Asociación de Químicos de Andalucía.

# ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Esta guía contiene la ficha técnica de cada audiovisual, su descripción, una serie de cuestiones previas y posteriores para moderar el debate y sacar mejor aprovechamiento didáctico y recursos para ampliar información. El profesor o persona encargada de la presentación del ciclo puede utilizar cada una de estas películas, juntas o por separado, para introducir conceptos de Química y descubrir el papel de esta disciplina en la sociedad y el medio ambiente. Además, en las películas y documentales se abordan diferentes fundamentos científicos, la forma de trabajar de sus protagonistas, así como el lado más humano de los científicos y científicas a través de tres grandes bloques de contenidos:

## NUEVOS ELEMENTOS Y RADIOACTIVIDAD (MADAME CURIE)

Marie Curie probablemente sea la mujer más famosa de la historia de la ciencia con unos logros muy difíciles de superar. Durante el siglo XX han sido treinta mujeres en total las que han recibido el premio Nobel, el más reconocido de los premios internacionales. Marie Curie no fue solo la primera mujer galardonada con este premio en el año 1903 en un campo abonado a los hombres, la Física, sino que además ganó un segundo premio, este en el campo de la Química en el año 1911. Esto ya es sorprendente de por sí, pero más asombroso todavía es que no solamente lo recibiera ella, sino también su marido, su hija y su yerno. Una familia completa honrada de esta manera no se ha visto nunca en la historia de la ciencia.

## GRANDES RETOS DE LA QUÍMICA: NUEVAS FUENTES DE ENERGÍA Y NUEVOS MATERIALES (FLUBBER)

El petróleo es la principal fuente de energía y de materias primas existente en la actualidad. Gracias al petróleo disponemos de muy diversos combustibles que permiten mantener calientes nuestras casas y posibilitan nuestro desplazamiento en vehículos particulares, aviones y barcos. Asimismo, el petróleo suministra a las industrias los ingredientes básicos a partir de los cuales se obtienen disolventes, detergentes, fármacos, cosméticos, envases, ropa, CDs, móviles, portátiles... productos que han contribuido a mejorar nuestro estado de bienestar. Desafortunadamente, el petróleo no es un bien renovable dado que tarda millones de años en formarse. Además, su extracción, traslado, trasvase y uso como combustible no está exento de polémica al producir importantes daños medioambientales, tanto en mar como en tierra y aire. Por todo lo anterior, el encontrar nuevas fuentes de energía y de materias primas alternativas al petróleo constituye uno de los principales retos a los que se enfrenta la comunidad científica actual.

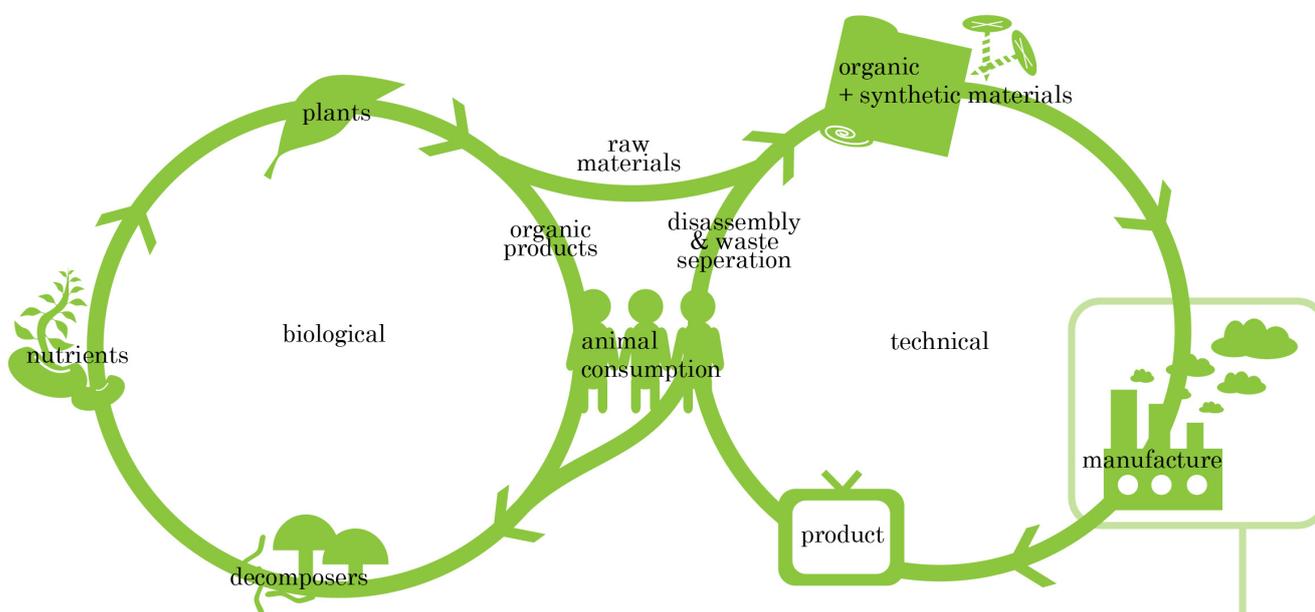
La película contó para las escenas de laboratorio con el asesoramiento científico de Jeff Cruzan, becario postdoctoral del Departamento de Química de la Universidad de California en Berkeley.

## QUÍMICA, SOCIEDAD Y MEDIO AMBIENTE (DOCUMENTALES 100 X 100 HECHO DE BASURA Y LOS RIESGOS DEL PROGRESO: EL AGUJERO EN EL CIELO)

La expansión de la economía basada en el consumo, la cultura del usar y tirar, y los extraordinarios avances técnicos experimentados en las últimas décadas nos han provisto todo tipo de productos más ligeros y perdurables, pero han traído consigo la generación también de importantes cantidades de residuos que, si no se gestionan convenientemente, pueden ocasionar un gravísimo problema social y medio ambiental. Por tanto, urge reflexionar sobre nuestros hábitos de

consumo, por ejemplo: prescindiendo de productos sobre empaquetados (reducir), regalando aquellas prendas de vestir en buen estado que ya no nos vienen o han pasado de moda (reutilizar) o separando convenientemente los residuos que generamos en los contenedores oportunos (verde, amarillo, azul y gris) para facilitar su reciclado.

Mientras tanto, dado que esta no es la solución definitiva, la química y sus profesionales deben ser capaces de proporcionarnos materiales con una vida útil alta pero que sean a su vez biodegradables, inocuos e incluso, según proponen el arquitecto Bill McDonough y el químico Michael Braungart, capaces de incorporarse íntegramente en un nuevo proceso productivo que dé lugar a un nuevo alimento o aparato tecnológico. De esta manera, al final la basura tal y como la conocemos hoy, en realidad no exista. Este tema es tratado en el documental *100 x 100 hecho de basura*.



5  
criteria

- 1 100% Renewable Energy Use
- 2 Water Stewardship clean water output
- 3 Social Responsibility positive impact on community
- 4 Material Reutilization recyclability / compostability
- 5 Material Health impact on human & environmental

Diagrama del protocolo "Cradle to Cradle" expuesto en el documental *100 x 100 hecho de basura*.



# MADAME CURIE

## Título Original

*Madame Curie.*

## Nacionalidad

EE.UU., 1943.

## Director

Mervyn LeRoy

## Guion

Paul Osborn y Paul H. Rameau, adaptado de la biografía de Eve Curie

## Producción

Metro-Goldwyn-Mayer.

## Fotografía

Joseph Ruttenberg, en Blanco y Negro.

## Montaje

Harold F. Kress

## Música

Herbert Stothart y William Axt

## Género

Drama biográfico

## Producción

Sydney Franklin

## Duración

124 min.

## Intérpretes

Greer Garson (*Marie Curie*), Walter Pidgeon (*Pierre Curie*), Henry Travers (*Eugene Curie*), Albert Bassermann (*Profesor Jean*

*Perot*), Robert Walker (*David LeGros*), C. Aubrey Smith (*Lord Kelvin*), Dame May Whitty (*Madame Eugene Curie*), Victor Francen (*Rector de la Universidad*), Elsa Basserman (*Madame Perot*), Reginald Owen (*Dr. Becquerel*), Van Johnson (*Periodista*), Margaret O'Brien (*Irene Curie a los 5 años*).

## Fecha de estreno en EE. UU.

15 de diciembre de 1943.

## Galardones

**Nominada a los Oscar de Hollywood en siete categorías:** Mejor película, Mejor actor principal (Walter Pidgeon), Mejor actriz principal (Greer Garson), Mejor dirección artística (Cedric Gibbons), Mejor fotografía, Mejor banda sonora original, Mejor sonido.

## MADAME CURIE

### ARGUMENTO



M. Curie

La película *Madame Curie* de Mervyn LeRoy está basada en la bibliografía que en 1938 Eve Curie publicó sobre la vida de su madre. Para lo que se estilaba en la época de producción, la película es bastante fiel a los hechos recreando con exquisita precisión, gracias sin duda al asesoramiento del científico Dr. R. M. Langer del Instituto Tecnológico de California, los ensayos que llevó a cabo Marie junto a su esposo Pierre Curie para obtener el radio, así como las infames condiciones en las que trabajaron.

Marie Curie, conocida en su época de soltera como Marie Sklodowska, comenzó a estudiar Ciencias en la Universidad de la Sorbona de París a la tardía edad de 23 años, en 1891, al no admitir su Polonia natal, sometida a Rusia, el acceso de la mujer a la enseñanza superior. La película comienza en 1893 durante su último curso de licenciatura en Física.<sup>1</sup> En una de las clases magistrales del profesor Jean Perot se desmaya como consecuencia de su despreocupada nutrición. El profesor se interesa por ella invitándola a una comida mientras charlan de sus planes de futuro. Viendo que no tiene amigos ni familia en París,<sup>2</sup> y recordando que fue "*la mejor calificación en el examen de matemáticas del curso anterior*", le propone un trabajo de investigación, "*Propiedades magnéticas de varios aceros*", y un tutor, el tímido y despistado Pierre Curie. Perot se las arregla para que alumna y tutor coincidan en una fiesta de la que Pierre trata de escabullirse en todo momento.

Al profesor Curie no le hace ni pizca de gracia tener que aceptar a Marie ya que considera que las mujeres y la ciencia son absolutamente incompatibles. Semanas después, a la salida del laboratorio, Pierre comparte su paraguas con Marie bajo una insistente lluvia, quedando gratamente impresionado del nivel de conocimientos matemáticos de la joven.

Días después Pierre le regala un ejemplar firmado de su último libro, recibido sin demasiada efusividad por su parte, lo que descoloca un poco al científico.

<sup>1</sup> En la película se habla de doctorado cuando en realidad se refiere a la licenciatura. Un año después de licenciarse en Física, Marie también se licenciaría en matemáticas.

<sup>2</sup> En realidad durante buena parte de sus estudios en París, Marie vivió con su hermana Bronislawa, enfermera obstetra de profesión, a la que estaba muy unida. La vida social de su hermana y de su cuñado era muy intensa y esto distraía a Marie de sus estudios así que decidió dejarlos y alquilar una buhardilla cercana a la Universidad. Este es el lugar que aparece en algunos momentos de la película.

### LECTURAS Y PÁGINAS WEB DE INTERÉS

Las siguientes lecturas y páginas web ofrecen información de utilidad para complementar las actividades y sobre el contenido de la película.

[1] <http://es.wikipedia.org/>

[2] <http://royalsociety.org/>

[3] <http://www.nobelprize.org>

[4] <http://www.fornuclear.org>

[5] [http://www.rinconeducativo.org/abreventana\\_pontealdia.html](http://www.rinconeducativo.org/abreventana_pontealdia.html)

[6] Curie, E. *La vida heroica de Maria Curie descubridora del radio (contada por su hija)*, 30ª ed., Espasa-Calpe, S. A., Madrid, 1986.

[7] Fernández Bayo, I. *Nobel: El Olimpo de los científicos*, Ciudad de las Artes y las Ciencias, S. A., Valencia 2008.

[8] Sánchez Ron, J. M. *Marie Curie y su tiempo*, Ed. Crítica, Madrid. 2000.

---

En ese momento el doctor Becquerel irrumpe en escena mostrándoles una placa fotográfica en la que se ha impresionado accidentalmente una llave que se encontraba en un cajón cuando dicha placa entró en contacto con mineral de pechblenda. Este hecho fascinará a Marie que tratará de investigar la razón.

Pasa el tiempo y llega la graduación de Marie. Su intención de volver a Varsovia a ayudar a su anciano padre no es aceptada por Pierre, que la invita a pasar un fin de semana en el campo en la casa de sus padres. Allí se arma de valor y le pide que se case con él. Marie acepta y durante el viaje de luna de miel (un recorrido en bicicleta por diferentes localidades francesas absolutamente fiel a la realidad), confiesa a su marido su intención de investigar el misterioso fenómeno de la pechblenda. Era el año 1895.

Tras una magnífica recreación de sus experimentos (poco usual en las películas de la época) y fruto de un análisis concienzudo y perseverante de unos resultados aparentemente contradictorios, concluyen que en el mineral pechblenda debe existir algún elemento desconocido, un elemento activo, el radio. Comunican a la Universidad su descubrimiento solicitando una beca y medios para proseguir sus investigaciones, pero la comisión encargada de valorar sus hallazgos, escéptica, sólo les proporciona un ruinoso e insano cobertizo (recreado también magníficamente en la película). A pesar de ello, los Curie comienzan en 1897 el laborioso proceso de aislar el radio de la pechblenda.

La puesta en escena del proceso de extracción del radio, apenas un miligramo de ocho toneladas de pechblenda, es destacable (*"Primero se derretía la mena cruda en un tanque rectangular hasta que hervía como lava; después se le añadían ácidos. Con ellos se disolvían las sales. Posteriormente se derretían los residuos en calderas diferentes. Otro trabajo abrumador puesto que había que mantener el fuego día y noche, así que uno de ellos siempre tenía que estar allí"*). Un año después, han reducido el mineral a dos componentes, bario y radio, pero a Marie le han aparecido unas inquietantes quemaduras en las

manos. Sospechando que puedan ser cancerosas, el médico le aconseja que abandone sus trabajos, pero Marie simplemente explica a Pierre que si ese elemento es capaz de quemar tejidos sanos, también lo será de destruir tejidos cancerosos. Comienza entonces a utilizar guantes y las quemaduras desaparecen.

Los dos años siguientes los dedicaron a separar el bario del radio mediante lentos procesos de cristalización (la cámara muestra una impresionante panorámica con mesas y mesas llenas de platillos de evaporación). En la víspera del Año Nuevo, cuando la cristalización 5677 se ha completado, los Curie esperan impacientemente el resultado, algo así como un trozo de radio en el platillo. Sin embargo sólo aparece una pequeña mancha. Absolutamente abatidos se acuestan, pero Marie que sigue dándole vueltas al asunto, se pregunta si esa mancha no será precisamente lo que buscan. Bajan a la carrera al laboratorio y observan cómo esa huella desprende un rayo de luz que indica precisamente la presencia del radio.

Tras el éxito alcanzado, los Curie por fin logran un laboratorio en condiciones. Junto a sus dos hijas, Irene y Eva, se toman unas vacaciones en el campo. Pensando en el futuro, Pierre confiesa a Marie un extraño presentimiento, prometiéndose ambos a continuar su trabajo en caso de que alguno de ellos falleciera. El día de la inauguración del nuevo laboratorio la expectación en el matrimonio es máxima, ella estrenando un vestido mientras Pierre sale a comprar unos pendientes para su esposa sin que ella lo sepa. Al salir de la joyería, distraído es arrollado por un carruaje, falleciendo en el acto. Paralizada por la pena, será de nuevo el profesor Perot el que la anima a continuar su trabajo.

La película termina cuando, años después, en el vigésimo quinto aniversario del descubrimiento del radio, Marie dicta una conferencia en la Sorbona, toda una declaración acerca de la ciencia, *"la clara luz de la verdad"* y exhorta a la audiencia a *"recoger la antorcha del conocimiento para construir el palacio del futuro"*.

# MADAME CURIE

## CUESTIONES PARA ANTES DE VER LA PELÍCULA



¿Cuándo y dónde nació?



¿Cuál era su nombre de soltera?



¿Cómo se llamaban sus padres?



¿Fue hija única?



¿A qué se dedicaba antes de viajar a París para estudiar?

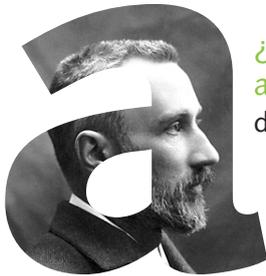


¿Quién gobernaba en Francia, Inglaterra, EUA y en España cuando Marie viajó a París para estudiar?



# MADAME CURIE

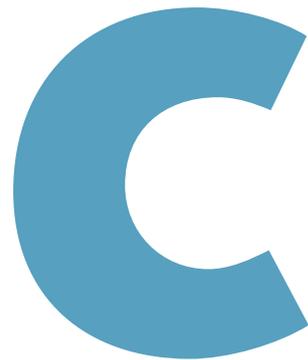
## CUESTIONES PARA DESPUÉS DE VER LA PELÍCULA



¿En qué investigaba Pierre Curie antes de conocer a Marie? ¿Tienen actualmente alguna utilidad práctica sus descubrimientos?



Busca una imagen del mineral pechblenda con el que trabajó el matrimonio Curie. ¿Existe algún lugar en España donde se pueda encontrar este mineral? ¿Cuál?



A parte del elemento radio, ¿qué otro elemento radiactivo descubrieron? Actualmente, ¿tiene alguna utilidad este elemento? Busca alguna noticia de prensa relacionada con el mismo y escribe el titular.



¿Qué otros elementos químicos reciben su nombre en homenaje a un lugar? Señálalos en la tabla periódica.



Como consecuencia del éxito alcanzado con el aislamiento del radio, el matrimonio Curie recibiría en 1903 la Medalla Davy de la Royal Society of London y el premio Nobel de Física junto al científico Henri Becquerel.

¿Qué es la *Royal Society of London*?

Además del matrimonio Curie, ¿qué otros importantes científicos han pertenecido a esta asociación? ¿Hay algún científico/a español? Ver: <http://royalsociety.org/>



La Medalla Davy se creó en homenaje al científico inglés Humphry Davy. Indica alguno de sus descubrimientos.



Según el comité Nobel, ¿por qué motivo le concedieron el premio al matrimonio Curie y a Henri Becquerel?

Ver: <http://www.nobelprize.org>



¿Cómo utilizó Marie Curie sus descubrimientos en la I Guerra Mundial? ¿Con que fin se utilizan hoy día sus descubrimientos?

Si tenéis posibilidad de realizar una visita a una Central de Energía Nuclear cercana podéis debatir sobre los pros y los contras de este tipo de energía.

Existen varios momentos de la película en los que se escenifican con bastante realismo y sin escatimar minutos, algunos de los experimentos del matrimonio. En uno de ellos repasan con detalle las contradicciones a las que llegan al analizar la pechblenda, primero midiendo mediante un electrómetro la cantidad de energía desprendida por la pechblenda intacta (el resultado les sale 8), y después con el uranio y el torio por separado extraídos de la misma cantidad de mineral (obteniendo en ambos casos 2). Para esos misteriosos cuatro puntos que les faltan sólo encuentran una razón: existe en la pechblenda algún otro elemento químico desconocido:

Pierre: ¿Hiciste un análisis químico de lo que contiene la pechblenda, verdad?

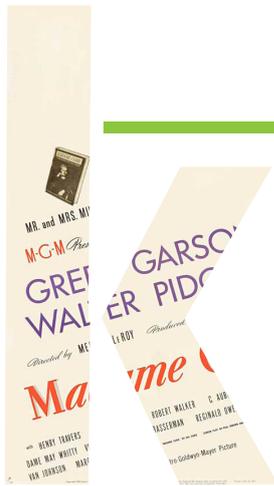
Marie: Por supuesto.

Pierre: ¿Puedo verlo?

Marie: Sí. Óxido de uranio 75%, Óxido de torio 13%, Sulfuro de plomo 3%, Dióxido de silicio 2%, óxido de calcio 3%, Óxido de bario 2%, Óxido de hierro 1%, Óxido de magnesio 0.99%, Otros elementos extraños 0.01%

Formula cada uno de los compuestos mencionados.





También es destacable la puesta en escena del proceso de extracción del radio: apenas un miligramo de ocho toneladas de pechblenda: "Primero se derretía la mena cruda en un tanque rectangular hasta que hervía como lava; después se le añadían ácidos. Con ellos se disolvían las sales. Posteriormente se derretían los residuos en calderas diferentes. Otro trabajo abrumador puesto que había que mantener el fuego día y noche, así que uno de ellos siempre tenía que estar allí". El gran problema que después encontraron fue separar el bario del radio. Para ello preparan 5677 cristalizaciones (la cámara muestra una impresionante panorámica con mesas y mesas llenas de platillos de evaporación). El momento culminante será cuando completamente a oscuras descubren el último platillo irradiando luz.

Imagina que puede disponer del mineral pechblenda en bloques de 1 Kg de 20 x 20 x 20 cm. ¿Qué volumen ocuparían todos los bloques necesarios para aislar 1 mg de radio?



Disuelve en un vaso de agua unos granos de sal de cocina y transfíerelo a un plato como los de la película. Deja el plato en un lugar ventilado y espera unos días. ¿Qué ha ocurrido? Repite la experiencia anterior con agua del mar y compara el resultado.

n Visita un laboratorio de una universidad o centro de investigación donde realicen cristalizaciones y compáralo con el laboratorio en el que trabajaron los Curie inicialmente.



En 1911, Marie Curie recibió un nuevo premio Nobel pero esta vez, en solitario, en la categoría de Química. ¿Por qué motivo?



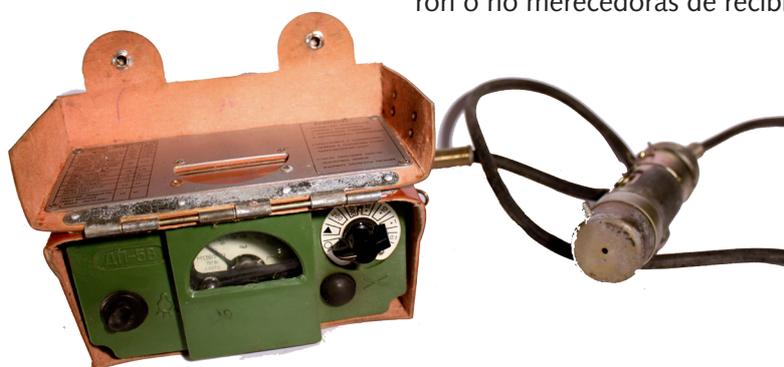
p

¿Cuántas mujeres han recibido el premio Nobel en las categorías de ciencias desde entonces?

Indica las que lo han ganado en solitario, lo han compartido con algún colega o lo han compartido con algún familiar.

Infórmate acerca de la labor investigadora que desarrollaron las investigadoras Rosalind Flanklin y Lise Meitner y valora si fueron o no merecedoras de recibir un premio Nobel.

q



r

El acceso de las mujeres en las Academias de Ciencias ha estado vetado hasta muy recientemente.

La prestigiosa Académie de Sciences de Paris (establecida en 1666) rechazó la candidatura de Marie Curie como miembro a pesar de sus dos premios Nobel. La primera mujer admitida fue la matemática Ivonne Choquet Bruquet en 1979. En España, la primera mujer admitida en la Academia de las Ciencias fue la bioquímica Margarita Salas en 1988. Haz un breve resumen sobre su labor investigadora.



En la película aparecen las dos hijas que tuvo el matrimonio Curie, Irene y Eva. ¿A qué se dedicaron?

t

¿Cuándo y de qué falleció Marie Curie? ¿Dónde está enterrada?

**Título Original**

Flubber.

**Nacionalidad**

EE.UU., 1997.

**Director**

Les Mayfield.

**Guion:**

John Hughes y Bill Walsh.

**Productora**

Walt Disney Pictures, Great Oaks Entertainment

**Fotografía**

Dean Cundey

**Montaje**

Harvey Rosenstock, Michael A. Stevenson.

**Música**

Danny Elfman

**Género**

Comedia, Familiar, Fantástico

**Producción**

John Hughes y Ricardo Mestres

**Duración**

93 min.

**Intérpretes**

Robin Williams, Marcia Gay Harden, Christopher McDonald, Raymond J. Barry, Clancy Brown, Ted Levine, Wil Wheaton, Edie McClurg, Jodi Benson, Leslie Stefan.

**Fecha de estreno en EE. UU.**

10/03/1998



# FLUBBER

## ARGUMENTO

El Instituto Medfield se ha mantenido a flote en los últimos años gracias a los generosos donativos del señor Chester Hoenicker (Raymond J. Barry) confiado en que los buenos resultados deportivos de su hijo Bennet (Wil Wheaton) le permitieran acceder a la escuela de negocios de Harvard. Hoenicker sin embargo amenaza al centro con retirar su ayuda cuando se entera que su hijo ha sido expulsado del equipo de beisbol porque ha suspendido el examen de química. Con el fin de cambiar la calificación envía a dos sabuesos a casa del profesor de química, Phillip Brainard (Robin William). Estos no consiguen su objetivo regresando quemados como consecuencia de los efectos de uno de los experimentos del profesor. Hoenicker decide investigar más el asunto.

El profesor de química intenta crear una nueva fuente de energía que de tal fama al Instituto en la que trabaja (Medfield) que evite su cierre por motivos económicos. Phillip está enamorado de su compañera y directora del centro Sara (Marcia Gay Harden), pero su obsesión por la ciencia y descubrir algo fantástico lo han distraído hasta el punto de faltar dos veces a su boda. Mientras tanto, Wilson Croft (Christopher McDonald) colega de Phillip acecha para quitarle la novia y robarle sus ideas.

En la tarde de su tercer intento de boda el profesor Brainard crea una sustancia voladora de apariencia gelatinosa, fuente de energía, que se mueve a velocidades supersónicas y a la que da el nombre de Flubber (del inglés Fly + rubber). Evidentemente, la boda no se produce pero el descubrimiento de Flubber y sus sorprendentes propiedades (flexibilidad, elasticidad, ductilidad) llevará al profesor a buscarle las utilidades oportunas (hará que su coche vuele o que el equipo de baloncesto sea imbatible) para que el centro no cierre y Sara finalmente no le de calabazas.

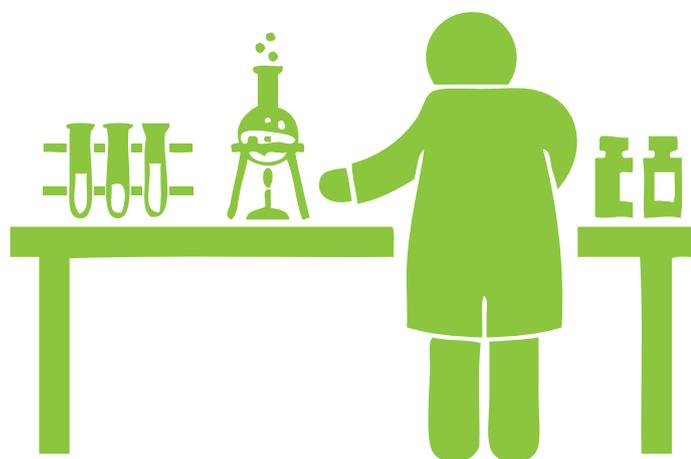
# FLUBBER

## CUESTIONES PARA ANTES DE VER LA PELÍCULA

ANTES DE VER LA PELÍCULA BUSQUE INFORMACIÓN SOBRE FUENTES DE ENERGÍA ALTERNATIVAS AL PETRÓLEO Y RESPONDA:

¿Conoces algún grupo de investigación de una universidad cercana que investigue nuevas fuentes de energía alternativas al petróleo? ¿Cómo se llama y quien dirige el grupo? Haz un breve resumen del trabajo que realiza.

¿Qué fuentes de energía alternativas al petróleo conoces? Indica sus ventajas e inconvenientes. ¿Se utiliza alguna de estas fuentes en tu municipio?



## CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

En los últimos años, en España se ha experimentado un aumento significativo del consumo de energía motivado por la bonanza económica y el aumento de nuestra calidad de vida. Puesto que las fuentes energéticas principales de las que nos abastecemos son agotables, inseguras y peligrosas, procede que reflexionemos sobre nuestros hábitos de consumo energético diario y pongamos en marcha iniciativas encaminadas a reducir el consumo. El siguiente cuestionario de autoevaluación puede ayudarte al respecto:

¿Tienes calefacción centralizada o individualizada por habitaciones?

- a) Individualizada      b) centralizada

¿Cierras los radiadores de aquellas habitaciones no utilizadas o que tienen demasiado calor?

- a) Siempre      b) Casi siempre      c) A veces      d) Nunca

¿Cada cuánto tiempo revisas los radiadores y filtros de los aparatos aire acondicionado?

- a) 2-3 meses      b) 4-6 meses      c) 7-12 meses      d) más de 12 meses

---

¿Controlas el presupuesto de tu hogar que dedicas a energía, es decir, la factura de la luz, el gas, el butano, etc?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Sueles mantener apagadas las luces de las estancias o habitaciones de la casa mientras no hay nadie en ellas?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Utilizas bombillas de bajo consumo en lugar de las tradicionales?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Cada cuánto tiempo limpias las bombillas?:

---

- a) 2-3 meses    b) 4-6 meses    c) 7-12 meses    d) Nunca
- 

Quando ponéis una lavadora en casa, ¿esperáis a tenerla llena?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

En general, ¿laváis en casa la ropa en frío?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Se utilizan las opciones de ahorro de la lavadora?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

Quando ponéis el lavavajillas en casa, ¿esperáis a tenerlo lleno?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Utilizas el frigorífico para enfriar platos calientes?:

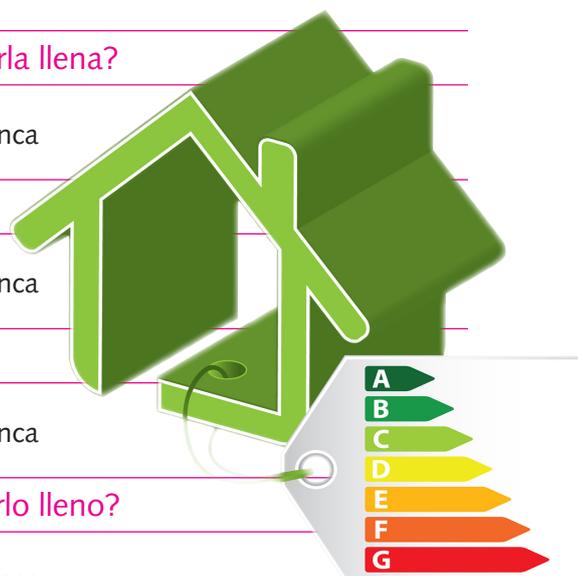
---

- a) Nunca    b) A veces    c) Casi siempre    d) Siempre
- 

A la hora de comprar algún electrodoméstico, ¿tenéis en cuenta el nivel de consumo de energía para decidirse por uno u otro modelo?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 



---

A la hora de comprar algún electrodoméstico, ¿tenéis en cuenta su etiquetado energético?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

Apagas los equipos informáticos (pantalla, impresora, fax) cuando no los estás utilizando:

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

En relación con los medios de transporte que utilizan los miembros de la familia:  
¿Cuántos vehículos hay en casa?

ninguno    b) uno    c) dos    d) tres

---

¿Utilizas generalmente el transporte público para desplazarte?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

¿Tus padres utilizan generalmente el transporte público para desplazarse?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

¿Comparten tus padres el vehículo con otras personas para desplazarse?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

¿Cada cuánto tiempo se revisan tus padres el estado de los coches?

a) 6 meses    b) 12 meses    c) 18 meses    d) 24 meses

## PUNTUACIÓN

Por cada respuesta a) suma 3 puntos; b) 2 puntos; c) 1 punto; d) 0 puntos

Si de la suma obtienes:

- Entre 60 y 40 puntos: Tus actuaciones son muy inteligentes desde el punto de vista energético mostrando una actitud muy comprometida y respetuosa con el medio ambiente. Felicidades.
- Entre 39 y 20 puntos: Aunque tienes presente el ahorro energético, tus actuaciones podrían ser mucho más eficientes. Pon en práctica alguna de las ideas mencionadas anteriormente. Ahorrarás dinero
- Menos de 20 puntos: Mantienes un derroche energético que revela una total despreocupación hacia los problemas energéticos y medioambientales que sufre nuestra sociedad. Reduce ya el consumo y pon en práctica alguna de las ideas mencionadas anteriormente.

# FLUBBER

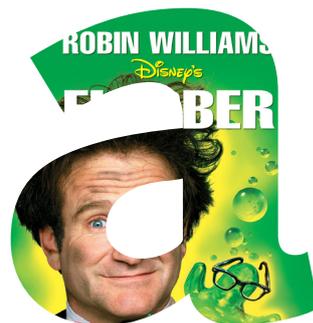
## CUESTIONES PARA DESPUÉS DE VER LA PELÍCULA

UNA VEZ VISTA LA PELÍCULA REFLEXIONA, COMPLETA Y CONTESTA:



IMANES SUPERCONDUCTORES

¿Conoces a algún científico como el Profesor Brainard? ¿Crees que todos los científicos son así?



¿Crees que en España se invierte lo suficiente en ciencia?



¿Crees que la comunidad científica hace esfuerzos por hacer entender su trabajo a la sociedad o vive a espaldas de ella?

d

¿Has participado en alguna ocasión en la Noche de los Investigadores o en la Semana de la Ciencia?



En la tarde de su tercer intento de boda el profesor se da cuenta de que debe cambiar algo en la fórmula matemática que describe la reacción que está estudiando. ¿Qué debe cambiar?



Al añadir un pelo a la mezcla de reacción, esta empieza a hervir violentamente. ¿Qué efecto tiene el pelo sobre la reacción?



**Flubber tiene sorprendentes propiedades:** es flexible, elástico y dúctil. Busca ejemplos de otras sustancias u objetos que uses a diario que tengan también estas propiedades.

**En realidad flubber no vuela, levita.** La levitación es una de las propiedades más sorprendentes de los materiales superconductores. ¿Qué otras propiedades tienen estos materiales?



**Según la película, flubber es un polímero creado a partir de un fullereno.** ¿Quiénes descubrieron los fullerenos y posteriormente recibieron un premio Nobel por ello? Incluye aquí la imagen del fullereno C60 que aparece en la película.

**¿Qué es un polímero?** Busca varios ejemplos e incluye aquí la estructura de varias sustancias poliméricas de interés biológico.



TREN JAPONÉS DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA

## LECTURAS Y PÁGINAS WEB DE INTERÉS

Las siguientes lecturas y páginas web ofrecen información de utilidad para complementar las actividades y el contenido de la película.

- [1] <http://www.idae.es>
- [2] <http://www.unesa.es>
- [3] <http://www.ince.es>
- [4] <http://www.ciemat.es/>
- [5] <http://www.enbuenasmanos.com>
- [6] <http://www.energias-renovables.com>
- [7] [http://ec.europa.eu/environment/index\\_es.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_es.htm)
- [8] [http://ec.europa.eu/transport/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/index_en.htm)
- [9] [http://ec.europa.eu/research/researchersnight/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/research/researchersnight/index_en.htm)
- [10] <http://lanochedelosinvestigadores.fundaciondescubre.es/>

Los Pares de Cooper mencionados por el profesor Brainard en el minuto 19:00 de la película fueron descubiertos por Leon Cooper en 1956. Al año siguiente Cooper publicó con dos colegas suyos un documento en donde desarrollaban la teoría de la superconductividad. Busca información sobre Cooper y sus colegas. ¿En qué año recibieron el Nobel de Física por sus descubrimientos? ¿Quién de ellos recibió otro premio Nobel con anterioridad y cuál fue motivo?



Según se indica, los rayos gamma utilizados para dar energía al flubber procedían de un elemento químico de número atómico 106. ¿De qué elemento se trata? Ese nombre homenajea a un gran científico americano. ¿A quién? ¿Cuándo y por qué motivo le fue concedido el premio Nobel de Química?

Infórmate del tipo de motor-combustible que consume el vehículo familiar (gasolina, diesel, gas, hidrógeno, aire, eléctrico, híbrido) y analiza las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.



[11] <http://semanadelaciencia.fundaciondescubre.es/>

[12] <http://www.ecointeligencia.com/2013/08/guia-ahorro-energetico-hogar-1/>

[13] <http://www.nobelprize.org>

[14] ECOIURIS (Ed.) *Guía de las buenas prácticas ambientales*. Ariño y Asociados Abogados. 2004. pp.27-74.

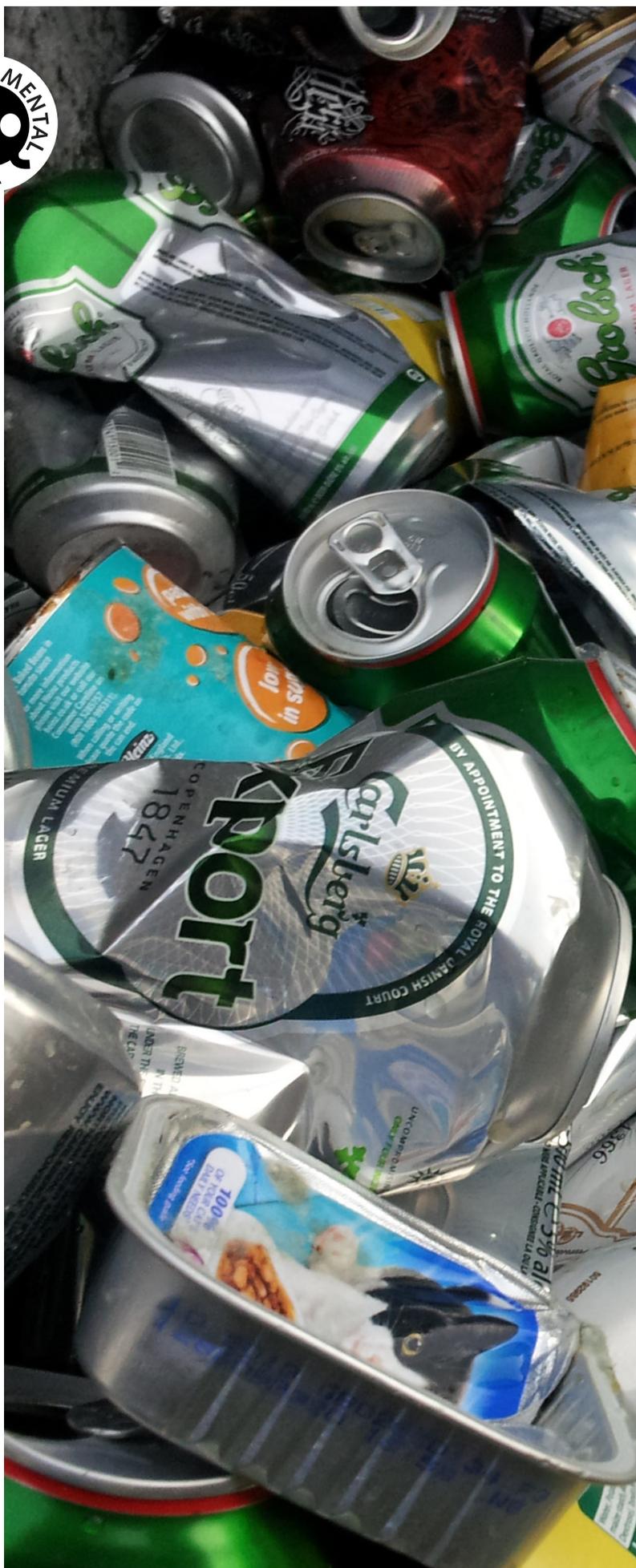
[15] Calvo-Flores, F. G.; Isac, J. *Introducción a la química de los polímeros biodegradables: una experiencia para alumnos de segundo ciclo de la ESO y Bachillerato An.* *Quím.* 2013, 109(1), 38-44.

[16] Fernández Bayo, I. *Nobel: El Olimpo de los científicos*, Ciudad de las Artes y las Ciencias, S. A., Valencia 2008.

[17] Griep, M, Mikasen M. *Reaction! Chemistry in the Movies*. Oxford University Press. 2009. pp.168-172.



Para ver este documental visite: <https://www.youtube.com/watch?v=VlWahSBrl.ho>



Título

100 x 100 hecho de basura

Temas/Áreas

Física. Química, Biología, Ecología, Ingeniería.

Materias y Disciplinas

Ciencias de la Naturaleza.

Duración

54 min

Destinatarios

Público general y alumnado de Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

# 100 X 100

## HECHO DE BASURA

### RESUMEN

En este documental se refleja el interés de varias empresas por mejorar sus productos minimizando la generación de residuos o integrando los mismos en el proceso productivo de acuerdo con la implantación de un protocolo de diseño sostenible, único en el mundo, desarrollado por el arquitecto y diseñador William McDonough y el químico Michael Braungart.

La primera empresa que se presenta es la empresa Rohner Textil AG localizada a orillas del río Rin en Alemania. Esta empresa utilizaba fibras sintéticas caras y contaminantes y realizaba vertidos tóxicos de tintes al río. Basándose en las ideas de McDonough & Braungart de que si la basura es inocua puede convertirse en alimento, en primer lugar se buscaron tintes para las telas no tóxicos. Conseguido esto, las fibras sintéticas fueron reemplazadas por fibras orgánicas biodegradables. De esta manera, han conseguido tejidos orgánicos de alta calidad útiles, por ejemplo, para fabricar asientos para aviones, y con las fibras residuales, telas para cubrir campos de fresas que al degradarse sirven como abono a los cultivos. Al final del proceso el agua residual sale incluso más limpia que la entrante.

La siguiente empresa que se presenta es la deportiva Nike en Portland-EUA. Con la idea de no generar más residuos en el 2020, propone diseñar deportivas con fibras naturales y reducir el uso de adhesivos con el fin de hacerlas fácilmente desmontables y así poder reciclar cada componente por separado, como el caucho para canchas deportivas.

En esta línea de diseñar productos fácilmente desmontables y reciclables se encuentra la empresa que produce muebles de diseño HermanMiller. Esta empresa también se ha preocupado de diseñar sus instalaciones aprovechando al máximo el aire natural y la energía solar de acuerdo con el estándar de construcción verde de McDonough & Braungart.

Otra empresa que solicitó los servicios de McDonough & Braungart después de 80 años contaminando fue la empresa automovilística Ford en River Rouge Detroit-EUA. En el año 2000 se inició la reforma del complejo industrial que iba a incorporar además de modernas y energéticamente eficientes instalaciones, estanques, espacios verdes y fauna. En definitiva, un lugar en donde incluso los empleados se iban a sentir felices viendo jugar a sus hijos.

Finalmente, la superpoblación en china ha traído consigo la pérdida de más del 25 % de suelo cultivable para edificar. Asimismo, prácticamente la mitad del carbón, principal fuente energética del país, se consume en la fabricación de ladrillo. Esto conlleva la emisión de cantidades ingentes de gases contaminantes a la atmósfera. La propuesta de McDonough & Braungart al respecto ha sido la construcción de barrios enteros de viviendas construidas con materiales reciclables.

# 100 X 100 HECHO DE BASURA

## CUESTIONES PARA ANTES DE VER LA PELÍCULA

ANTES DE VER EL DOCUMENTAL, REFLEXIONA Y CONTESTA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS RELACIONADAS CON TUS HÁBITOS DE CONSUMO

Rellena el siguiente cuestionario a fin de que valores y tomes conciencia de si realizas o no actuaciones encaminadas a reducir, reutilizar y reciclar los residuos que generas:

---

¿Separas los residuos en origen: papel-cartón; vidrio; envases; materia orgánica y los depositas en los contenedores correspondientes?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Separas los residuos considerados peligrosos (fluorescentes, pilas, medicamentos) del resto de residuos y los depositas en los lugares oportunos para su tratamiento?:

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Entregas los aceites de cocina a alguna empresa especializada o los llevas a puntos limpios?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Utilizas el sistema de recogida selectiva municipal para los residuos voluminosos (colchones, muebles, electrodomésticos)?:

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Utilizas pilas recargables?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Evitas, en la medida de lo posible, comprar productos que requieren para su funcionamiento pilas?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

A la hora de realizar la compra, ¿eliges los productos menos embalados?

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
- 

¿Evitas comprar aerosoles?:

---

- a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca
-

---

¿Sustituyes, en la medida de lo posible, los productos tóxicos de limpieza por otras alternativas naturales?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

¿Imprimes por las dos caras a fin de ahorrar consumo de papel?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

A la hora de comprar bebidas refrescantes, ¿evitas comprar latas de aluminio?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

¿Reutilizas las bolsas de plástico del supermercado?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

En el supermercado, prefieres comprar cervezas de un litro en lugar de tres de un tercio:

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

Usas pañuelos de algodón en lugar de pañuelos de papel:

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

---

En la mesa, ¿usas servilletas de tela en lugar de servilletas de papel?

a) Siempre    b) Casi siempre    c) A veces    d) Nunca

## PUNTUACIÓN

**Por cada respuesta a) suma 3 puntos; b) 2 puntos; c) 1 punto; d) 0 puntos**

Si de la suma obtienes:

- *Entre 45 y 30 puntos: Comportamiento ambiental excelente desde el punto de vista de la generación de residuos siendo consciente del problema y adaptando, consecuentemente, actuaciones de minimización o recuperación. Felicidades.*
- *Entre 29 y 15 puntos: Comportamiento ambiental suficiente, si bien sería interesante que analizaras a fondo tus actuaciones desde el punto de vista ambiental y rectifiques aquellas que no sean apropiadas.*
- *Menos de 15 puntos: Comportamiento ambiental insuficiente. Es preciso que revises seriamente sus actuaciones desde el punto de vista ambiental y tomes las medidas oportunas.*

# 100 X 100 HECHO DE BASURA

## CUESTIONES PARA ANTES DE VER LA PELÍCULA (CONTINUACIÓN)

Localiza sobre un mapa de tu barrio dónde se encuentran los contenedores de recogida selectiva más cercanos a tu hogar. Identifica también los puntos de recogida específica de residuos (pilas y fármacos).

Indica en qué contenedor (verde, amarillo, azul, gris o punto limpio) debe depositar los siguientes residuos generados en el hogar: colchón, periódico, papel higiénico, vidrios de ventana, sobras del potaje, plato de cerámica, botella de cerveza, bricks de leche, papel de aluminio, batería del móvil, bombilla, lata de refresco, lavadora, cascara de plátano.

Investiga el método que se utiliza para extraer el metal aluminio a partir del mineral bauxita e intenta justificar por qué es conveniente recuperar y reciclar todos los residuos con aluminio que generamos.

Busca algún método sencillo de preparar jabón a partir del aceite de fritura que se genera en el hogar.

## LECTURAS Y PÁGINAS WEB DE INTERÉS

Las siguientes lecturas y páginas web ofrecen información de utilidad para complementar las actividades y sobre el contenido de la película:

- [1] <http://es.wikipedia.org/>
- [2] <http://www.ecoembes.com>
- [3] <http://www.sigre.es>
- [4] <http://www.aluminio.org>
- [5] <http://www.ecoacero.com>
- [6] <http://www.ecointeligencia.com/tag/william-mcdonough/>
- [7] <http://www.fecyt.es/especiales/residuos/>
- [8] <http://www.rtve.es/alacarta/videos/para-todos-la-2/para-todos-2-cuna-cuna/1119922/>
- [9] Braungart, M., McDonough, W. *Cradle to Cradle (De la cuna a la cuna): Rediseñando la forma en que hacemos las cosas* McGraw-Hill, Madrid, 2005.
- [10] ECOIURIS (Ed.) *Guía de las buenas prácticas ambientales*. Ariño y Asociados Abogados. 2004. pp.119-152.
- [11] Stewart, S. *Recycling* Oxford University Press, 2008.

# 100 X 100 HECHO DE BASURA

## CUESTIONES PARA DESPUÉS DE VER LA PELÍCULA

UNA VEZ VISTO EL DOCUMENTAL REFLEXIONA, COMPLETA Y CONTESTA:



Realiza una breve reseña bibliográfica de William MCDonough y Michael Braungart.



Tradicionalmente la consigna principal del ecologismo ha sido 'reducir, reutilizar, reciclar' (la regla de las tres 'R'). Sin embargo, MCDonough & Braungart proponen en su libro *Cradle to Cradle* mencionado varias veces en el documental un cambio de enfoque. ¿En qué consiste ese nuevo enfoque?

d

¿Cómo podemos conseguir que los desechos de un helado generen vida?

C

Según el documental, ¿qué conseguiríamos si Basura = alimento?



¿Qué beneficios reporta a la empresa Ford la instalación de techos verdes en sus instalaciones?



¿Qué diferencia existe entre un edificio ecoeficiente y otro ecoefectivo?



EKOENERGY LABEL

Título

---

Los riesgos del progreso:  
El agujero en el cielo

Temas/Áreas

---

Física, Química.

Materias y Disciplinas

---

Ciencias de la Naturaleza.

Duración

---

29 minutos

Destinatarios

---

Público general y alumnado de Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

# EL PRECIO DEL PROGRESO. EL AGUJERO EN EL CIELO

Para ver este documental visite: <https://www.youtube.com/watch?v=EHJsZHhbnSA>



## RESUMEN

En este documental se relata la historia de los freones (también conocidos como cloro-fluorocarbonos o CFC), compuestos desarrollados a finales de los años veinte para reemplazar a los tóxicos gases utilizados como refrigerantes hasta esa fecha. El freón demostró ser una sustancia inerte al ser humano y por ello pronto encontró otras aplicaciones como aislante, agente espumante, disolvente o propelente en aerosoles. Todo ello propició el desarrollo de una industria muy próspera que daba trabajo a miles de personas.

En 1970 se realizaron las primeras mediciones de freones en las capas bajas de la atmósfera encontrándose en concentraciones tales que demostraban que los CFCs permanecían en ella durante periodos de tiempo muy largos sin destruirse dada su baja reactividad. Esto llevó a los científicos Rowland y Molina a plantear la posibilidad de que los freones podían viajar hasta las capas altas de la atmósfera y allí, al estar bajo la influencia de radiaciones más energéticas, podrían reaccionar interviniendo en procesos fotoquímicos que, en última instancia, podrían conducir a la disminución del ozono en la estratosfera. Esto podría traer consecuencias fatales para la salud humana.

Dada la trascendencia del asunto, en 1974 Rowland y Molina presentaron su teoría en un congreso aconsejando interrumpir de inmediato la producción de CFCs. Evidentemente, al basarse todo en suposiciones teóricas y no tener resultados concluyentes que relacionaran los CFCs con la destrucción de la capa de ozono, la comunidad científica, la prensa y especialmente las empresas relacionadas con el freón se mofaron e hicieron caso omiso a las predicciones de los científicos. Aun así, para acallar a la opinión pública cada vez más preocupada con los problemas ambientales, en 1978 se prohibieron los freones en aerosoles si bien, no en otras aplicaciones.

Después de descubrir algunos errores en las medidas realizadas por los equipos de la NASA, los primeros resultados llegan en 1980. La capa de ozono había disminuido en el polo sur entre 30-40 % lo que demostraba que los humanos tenían la capacidad de destruir la atmósfera o no, dado que esto no demostraba la influencia de los CFCs en el asunto. Era necesario realizar más estudios.

En 1987 una nueva expedición de la NASA a Puerto Arena en Chile demuestra que mientras las concentraciones de ozono son muy bajas, las de radicales óxido de cloro procedentes de los CFCs son muy altas, quedando demostrado así su influencia en la destrucción de la capa de ozono y las predicciones de Rowland y Molina.

Ese mismo año, los gobiernos de varios países firmaron el Protocolo de Montreal en el que se establecieron niveles de reducción y/o cese de producción y/o utilización de determinados CFCs. Este Protocolo fue revisado posteriormente, en la segunda reunión, celebrada en Londres en 1990, y en la cuarta, que se llevó a cabo en Copenhague en 1993. En ellas se acortaron los plazos fijados inicialmente y dada la trascendencia mundial del problema de los CFCs, se involucró también a los países en vías desarrollo (India y China) a cambio de fondos especiales de ayuda.

La revisión de los acuerdos es constante a nivel internacional y se puede afirmar que todas las revisiones significan implementar mayores restricciones en la utilización de este tipo de sustancias. De todas formas, se estima que, respetando todos los países las restricciones firmadas, no será posible recuperar el nivel de ozono existente en 1980 hasta bien entrado el siglo XXI.

# EL PRECIO DEL PROGRESO

## CUESTIONES PARA ANTES DE VER LA PELÍCULA

ANTES DE VER EL DOCUMENTAL BUSCA INFORMACIÓN SOBRE EL OZONO Y LA ATMÓSFERA TERRESTRE Y CONTESTA A LAS SIGUIENTES PREGUNTAS:

a

Nombra y describe las diferentes capas que componen la atmósfera terrestre.

b

El aire que respiramos, ¿a qué capa pertenece?  
¿De qué gases está compuesto y en qué proporción?

c

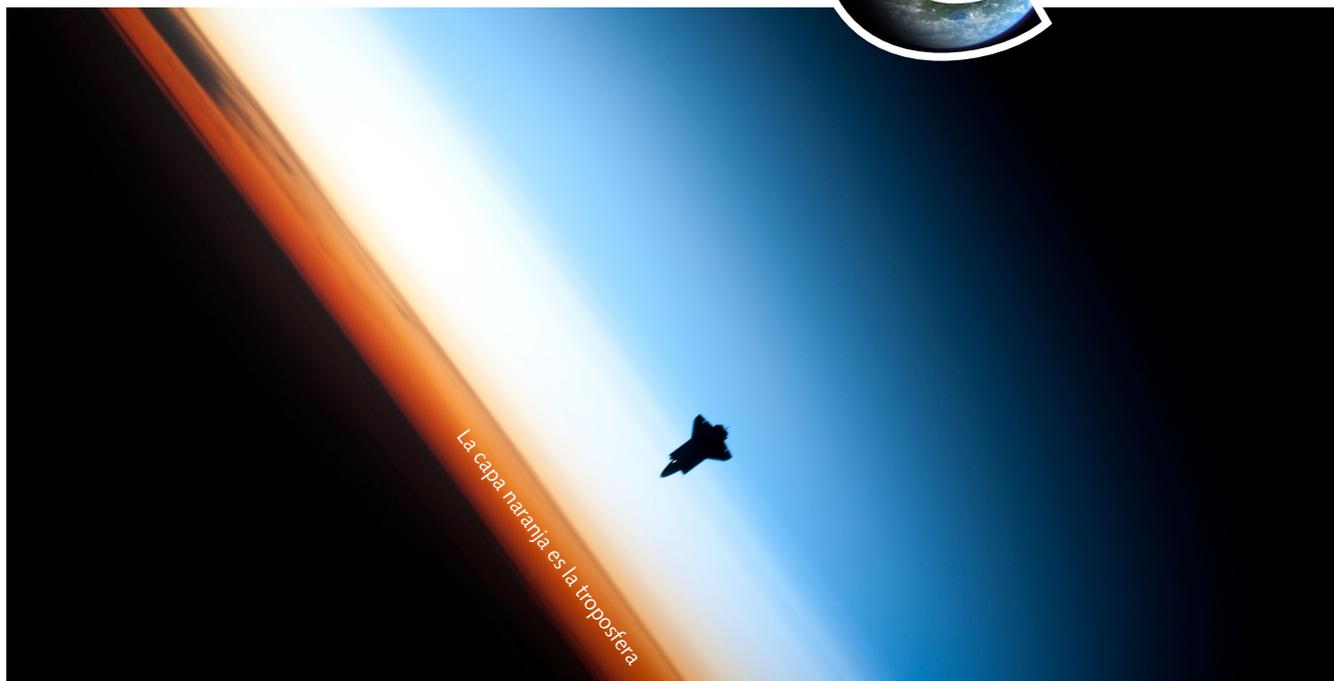
¿Qué investigador británico ganó el premio Nobel de Física en 1947 por sus investigaciones sobre la física de las altas capas de la atmósfera?

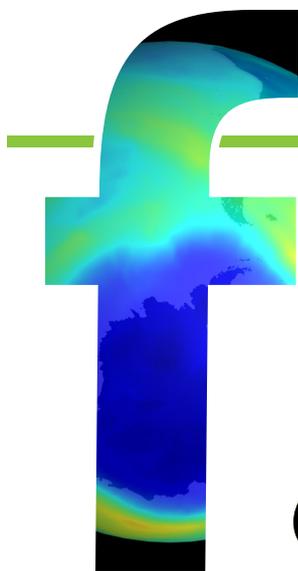
d

El ozono es un gas de color azulado con un olor característico que se suele notar después de las descargas eléctricas de las tormentas.

e

¿En qué capas de la atmósfera terrestre hay ozono?





¿Qué papel juega en cada una de las capas?



El ozono se utiliza en las piscinas, ¿para qué?



Los aerosoles que tenemos en casa contienen entre otros ingredientes, propelentes. ¿Qué es un propelente? Busca los productos del hogar que contienen propelentes e identifica en la etiqueta alguno de ellos.



Intenta localizar la ficha técnica del frigorífico que tienes en casa y averigua qué líquido refrigerante utiliza y sus propiedades.

¿Conoces el libro *La primavera silenciosa* de Rachel Carson?  
¿De qué trata?



TRANSBORDADOR ESPACIAL ENDEAVOUR ENTRANDO EN LA ESTRATOSFERA

## LECTURAS Y PÁGINAS WEB DE INTERÉS

Las siguientes lecturas y páginas web ofrecen información de utilidad para complementar las actividades y sobre el contenido de la película:

- [1] <http://www.nobelprize.org>
- [2] <http://www.dupont.com>
- [3] <http://es.wikipedia.org/>
- [4] Carson, R. *La primavera silenciosa*. Crítica, 2010.
- [5] Fernández Bayo, I. *Nobel: El Olimpo de los científicos*, Ciudad de las Artes y las Ciencias, S. A., Valencia 2008.
- [6] Herradón, B. *Los avances de la química*, CSIC, Madrid, 2011.
- [7] Orozco, C., Pérez, A., González, N., Rodríguez, F., Alfayate, J. *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*, Thomson, Madrid, 2003.

# EL PRECIO DEL PROGRESO

## CUESTIONES PARA DESPUÉS DE VER LA PELÍCULA

UNA VEZ VISTO EL DOCUMENTAL REFLEXIONA, COMPLETA Y CONTESTA:

Realiza una breve reseña bibliográfica de Thomas Midgley, descubridor del freón.



a  
b  
d

¿Qué ventajas ofrecían los freones frente a las sustancias utilizadas previamente como líquidos de refrigeración?

c

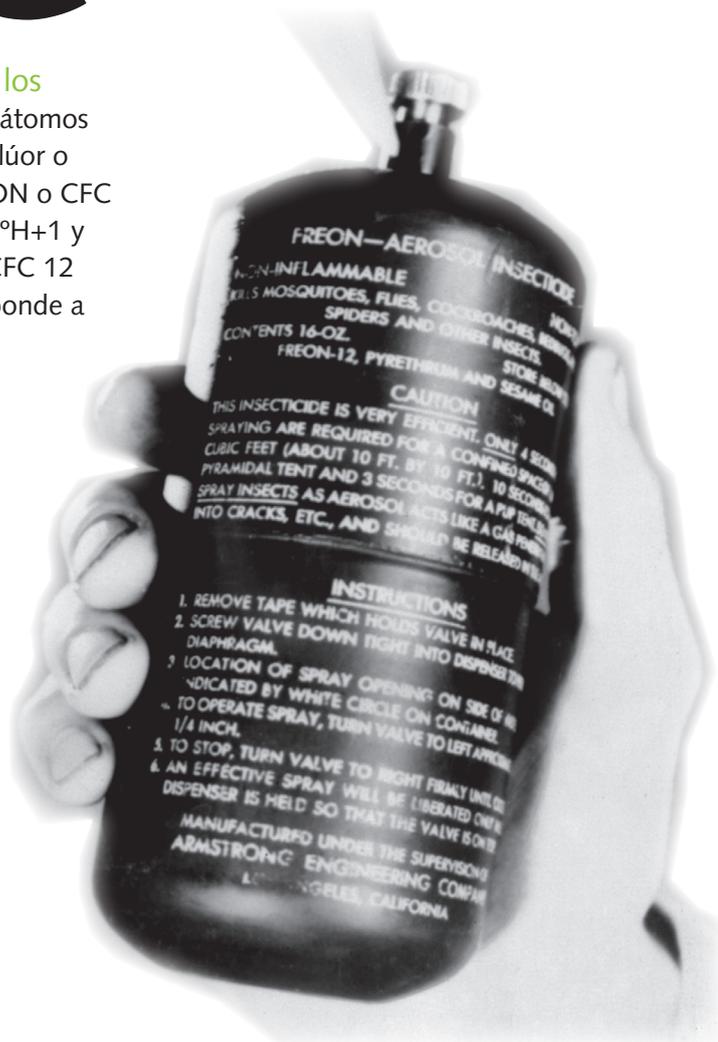
¿Qué otros usos encontraron los freones?

Químicamente los freones son derivados de los hidrocarburos metano o etano, en los que los átomos de hidrogeno han sido sustituidos por átomos de flúor o cloro. Los freones se nombran con la palabra FREON o CFC seguida de un número xyz donde  $x = n^{\circ}C - 1$ ;  $y = n^{\circ}H + 1$  y  $z = n^{\circ}F$ . El freón más conocido es el FREÓN 12 o CFC 12 cuya estructura es  $CCl_2F_2$ . ¿Qué numero le corresponde a los siguientes FREONES?:  $CCl_3F$ ;  $C_2Cl_3F_3$ ;  $C_2Cl_2F_4$

¿Por qué la destrucción de la capa de ozono puede provocar cáncer?



¿A qué llama Robert Watson, ex Director del Programa Ozono de la Nasa 'escopeta humeante'?





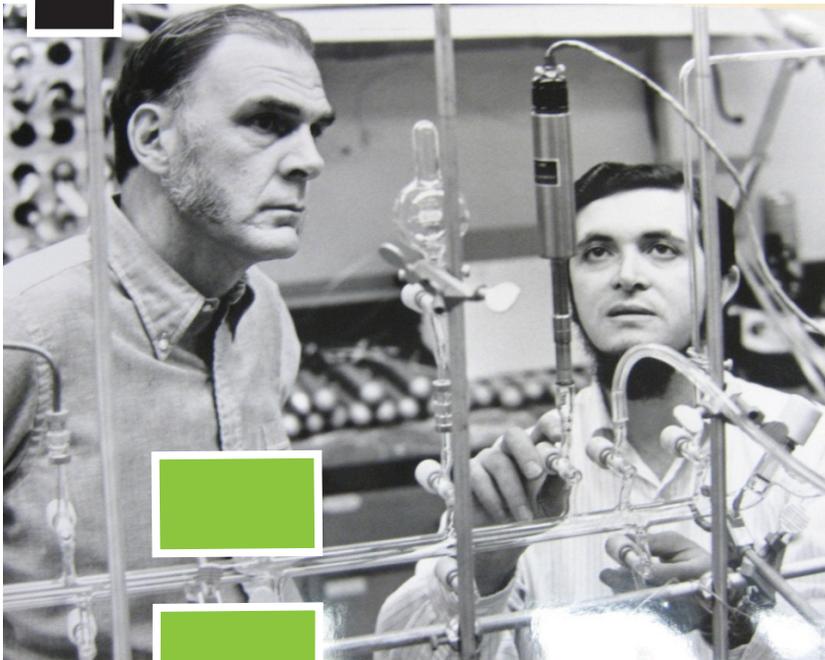
¿Qué diferencias hay entre los CFCs y los HCFCs?



Según el documental, en 1978 dejaron de utilizarse los freones en aerosoles. ¿Qué sustancias se utilizan actualmente como alternativa al Freón 11 y al Freón 12?



Además de Rowland y Molina ¿qué otro investigador recibió con ellos el premio Nobel de Química por sus estudios sobre la capa de ozono?



Indica alguno de los acuerdos que se alcanzaron en la cumbre de Montreal de 1987.

Según el documental, con las medidas que se han tomado, ¿cuánto tiempo se estima que tardará en desaparecer el agujero de ozono?



D E S Q B R E

FUNDACIÓN ANDALUZA PARA LA DIVULGACIÓN  
DE LA INNOVACIÓN Y EL CONOCIMIENTO

[www.fundaciondescubre.es](http://www.fundaciondescubre.es)