UNIDAD DIDÁCTICA

# VIGILANTES DEL AIRE

## CIENCIA CIUDADANA PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE

# UNIDAD DIDÁCTICA VIGILANTES DEL AIRE

Autores:
**María Diez Ojeda**
**Ayla Márcia Cordeiro Bizerra**
**Miguel Ángel Queiruga Dios**
**Daniel Bruno Collados**
**Mari Carmen Ibañez Hernández**

Maquetación:
**Daniel Lisbona Rubira**

Esta Unidad Didáctica se comparte a través de los sitios web:
**https://ibercivis.es**
**https://ciencia-ciudadana.es**
**https://vigilantesdelaire.ibercivis.es**

**ISBN: 978-84-15575-11-5**

**Publicada bajo licencia CC BY-SA 4.0 ES**

# CIENCIA CIUDADANA PARA MONITORIZAR LA CALIDAD DEL AIRE

En esta unidad didáctica se puede encontrar:

- El material para el profesorado
- Material para el alumnado de Bachillerato y Secundaria
- Material para el alumnado de educación primaria
- Material para el alumnado de educación infantil

# VIGILANTES DEL AIRE
# MATERIAL PARA EL PROFESORADO

# CIENCIA CIUDADANA PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AIRE

La Unidad Didáctica que te presentamos en estas páginas es una propuesta para trabajar en el aula, desde Infantil hasta Secundaria, la contaminación del aire a través del proyecto de ciencia ciudadana Vigilantes del Aire:

**https://vigilantesdelaire.ibercivis.es.**

Así, hemos querido separarlo en este documento, a modo de sugerencia, en tres formatos con distinto orden de complejidad y estructura: **Secundaria y Bachillerato, Primaria e Infantil**.

Presentamos en cada una de estas propuestas unos contenidos generales sobre **el aire, la atmósfera y la contaminación**, una descripción del proyecto y unas actividades sugeridas, adaptadas a cada nivel.
Al mismo tiempo, se indican algunos enlaces para ampliar información, tanto para los docentes como para los estudiantes.

**Pretendemos acercar al profesorado, al alumnado y al público en general unos contenidos que fácilmente se pueden adaptar para su implementación en el aula o una guía para que conozcas y puedas participar en este proyecto de ciencia ciudadana.**

Como en otros proyectos de ciencia ciudadana, esta unidad didáctica se construye con la aportación de todos y cada uno de sus participantes -**divulgadores, investigadores, recolectores de datos...**- aportando para que el proyecto crezca y **sea útil a la ciencia y a la sociedad.**

1

# OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Favorecer la adquisición de una conciencia ambiental.

Promover el trabajo cooperativo.

Adquirir conciencia ciudadana y responsabilidad social.

Desarrollar la competencia científica.

Conocer los principales componentes del aire, así como los elementos que disminuyen su calidad.

Adquirir conciencia de los perjuicios que supone la contaminación atmosférica para la salud.

Comprender qué es la ciencia ciudadana.

**La incorporación de este proyecto en el aula, favorecerá que los estudiantes desarrollen habilidades necesarias en el siglo XXI:**

**Conciencia ambiental**, advirtiendo la importancia y el impacto de la calidad del aire en los seres vivos y la necesidad de preservarlo limpio.

Valoración de **la importancia del trabajo cooperativo**, apreciando la construcción de un proyecto con la participación de todos sus compañeros.

Valoración de la **responsabilidad social**, tomando conciencia de la importancia de las acciones individuales en el desarrollo de un proyecto ambiental.

**Competencias científicas**, a través de la participación en un proyecto científico real.

**Conciencia ciudadana**, al percibirse como agente de transformación de la sociedad.

**Además, estos son los conocimientos que adquirirán los estudiantes:**

Los principales **componentes del aire.**

Los **elementos y factores** que contaminan el aire que respiramos.

La **contaminación por partículas en suspensión y metales.**

La importancia de la **calidad del aire que respiramos.**

Los **perjuicios que el aire contaminado** puede ocasionar en nuestra salud.

**Qué es la ciencia ciudadana** y su metodología científica participativa.

# 2

# LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

La calidad del aire es un problema ambiental preocupante por su efecto directo sobre la salud de los ciudadanos. Sin embargo, monitorear su calidad no es una tarea fácil, pero sí necesaria. Según la OMS, reducir la contaminación repercutirá en una disminución de la morbilidad derivada de accidentes cerebrovasculares, cánceres de pulmón y neumopatías agudas y crónicas, entre las que se encuentra el asma.

Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire nos dan indicaciones sobre los niveles de contaminación perjudiciales para la salud. A pesar de ello, en 2016, el 91% de la población vivía en lugares donde no se respetaban los parámetros indicados. Esto se relaciona con las 4,2 millones de defunciones prematuras anuales que se achacan a la polución del aire a nivel mundial.

Para la reducción de la contaminación del aire sería necesario emprender acciones multidisciplinares en: industria, energía, transporte, planificación urbana, generación de electricidad y en gestión de desechos municipales y agrícolas.

La normativa europea sobre calidad del aire actualmente en vigor viene representada por las siguientes normas: **Directiva 2008/50/CE** (*introduce regulaciones para nuevos contaminantes, como las partículas de tamaño inferior a 2,5 µm, así como nuevos requisitos en cuanto a la evaluación y los objetivos de calidad del aire, teniendo en cuenta las Directrices de la OMS*), **Directiva 2004/107/CE** (*relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente*) y la **Directiva 2015/1480/CE** (*establece las normas relativas a los métodos de referencia, la validación de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente*).



Estas directivas europeas se trasponen al ordenamiento jurídico español a través de distintas leyes entre las que destaca la Ley 34/200, de 15 de noviembre, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera, que tiene como objetivo **alcanzar unos niveles óptimos de calidad del aire para evitar, prevenir o reducir riesgos o efectos negativos sobre la salud humana, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.**

Las **redes de vigilancia de calidad del aire permiten determinar la concentración de gases y partículas en el aire a través de estaciones** de monitoreo (más de 600 estaciones fijas de medición en España). Estos datos se suben a plataformas de consulta en la red estando disponibles para los usuarios. Uno de estos proyectos que permiten conocer la calidad del aire en tiempo real es World Air Quality Index (https://aqicn.org/map/world/es/).

En el proyecto **Vigilantes del Aire** se utilizan **plantas de fresa como biosensores**. Esto es posible porque las hojas de las plantas actúan como estaciones de contaminación ambiental, pues son capaces de acumular partículas presentes en el aire, que se depositan sobre sus hojas, entre las que pueden encontrarse metales pesados procedentes de la actividad humana (en particular metales como cadmio, cobalto, cromo, hierro, níquel, plomo y zinc).

Así, a través de técnicas específicas, es posible **identificar y cuantificar estos compuestos presentes en ellas y por lo tanto, en el aire**. Esto permite, además de monitorizar la calidad del aire, crear conciencia social y sensibilidad hacia los problemas ambientales ya que, una vez se obtengan los resultados de los análisis, el alumnado y el ciudadano podrán apreciar cómo las plantas acumulan contaminantes y cómo el efecto directo de la calidad del aire influye sobre las plantas, y de ahí deducir el efecto que produce en todos los seres vivos, incluido el ser humano.

# 3

# PROPUESTA CIENTÍFICA Y EDUCATIVA DE CIENCIA CIUDADANA EN VIGILANTES DEL AIRE

La ciencia muchas veces aparece desconectada de la vida cotidiana de los ciudadanos. Esta falta de comunicación entre el mundo científico y la sociedad provoca que muchas personas no se impliquen en proyectos científicos dado que no se sienten capacitadas para comprender el desarrollo de las investigaciones científicas, los procesos de obtención de datos y los resultados que se obtienen de un proyecto científico. En este contexto se encuentra la ciencia ciudadana, con el objetivo de acercar a la sociedad el trabajo científico, que esta además ayude en las investigaciones en curso y, al mismo tiempo, promover la formación científica de los ciudadanos.

Los proyectos de ciencia ciudadana involucran activamente a los ciudadanos en las actividades científicas para generar un nuevo conocimiento y comprensión de la ciencia. Además, estos asumen un papel fundamental en el proyecto pues son colaboradores directos a través de los valiosos datos que generan. Los ciudadanos participan a través de la recopilación, análisis o descripción de datos de investigación, ejecutando un importante servicio a la ciencia.

La ciencia ciudadana es al mismo tiempo un objetivo de la ciencia abierta y una forma de llegar a ella, buscando la comprensión de la ciencia por los ciudadanos de una manera general a través del mejor acceso a la información de las etapas de los procesos investigativos, así como formar parte de estas etapas.



El principal objetivo de este proyecto es **conocer la calidad del aire en distintas localidades de España utilizando plantas de fresa como estaciones medioambientales que nos permitirán determinar la concentración de metales pesados en el ambiente** en el que se ha desarrollado la planta, tal y como se ha explicado en el apartado anterior. Al mismo tiempo, pretende contribuir al desarrollo de una conciencia ciudadana global y responsabilidad social.

Las plantas intercambian gases con el entorno fundamentalmente a través de las hojas (en concreto por los estomas). En este intercambio, **pequeñas partículas que se encuentran en suspensión en el aire quedan depositadas sobre las hojas y atrapadas en su interior.**

Posteriormente, el análisis de algunas hojas de las plantas mediante técnicas biomagnéticas, permitirán identificar los metales, procedentes del aire del entorno donde ha sido puesta la planta, que se encuentran en las hojas, y, en último caso, permitirán conocer su calidad.

Las hojas recogidas por los laboratorios son analizadas mediante la técnica **SIRM** (*Saturation Isothermal Remanent Magnetization*), que mide la magnetización remanente tras la aplicación de un campo magnético intenso (1 Tesla), obteniéndose así una medida de la cantidad de metales ferromagnéticos en las muestras. Estos metales provienen de las emisiones industriales, del tráfico rodado y de la fricción de frenos, entre otras causas, y, habitualmente, son: cadmio, cobalto, cromo, hierro, níquel, plomo y zinc. En estudios europeos se ha utilizado como un buen indicador de la contaminación atmosférica obteniendo así una información complementaria a la que se logra mediante las redes oficiales de vigilancia de calidad del aire.

Con los datos obtenidos, **se elaborará un estudio nacional y se realizarán distintos mapas que estarán disponibles en la web del proyecto para que todos podamos trabajar con los datos**. Los contenidos y actividades desarrollados en esta unidad permitirán a los estudiantes comprender el papel tan importante que juega el aire en nuestro día a día.

Cada ciudadano que participe en el proyecto Vigilantes del Aire, recibirá una planta de fresa que tendrá que cuidar durante los meses que dure la experiencia, finalizada la cual, deberá enviar, en un sobre, una muestra de hojas de la planta. Las instrucciones para su cuidado forman parte del kit que se entregará a los participantes. Además, se suministrará una ficha a cumplimentar con datos relativos a la ubicación de la planta y las condiciones de su entorno.

# 4

# EDUCACIÓN CIENTÍFICA E INCLUSIVA EN LAS ESCUELAS

El **desarrollo de las competencias científicas** del siglo XXI, la **alfabetización científica** y el **fomento del pensamiento crítico**, así como la educación inclusiva, requieren de la introducción en el aula de prácticas innovadoras.

La **alfabetización científica** se define, en Pisa 2015, por la adquisición de tres competencias específicas: 1) la explicación científica de fenómenos, 2) la evaluación y diseño de indagaciones científicas, 3) la interpretación de datos y evidencias científicas.

Un aspecto muy importante en este sentido es **la implementación de actividades de investigación en el aula**, lo que permitirá al estudiante, a partir de la propia experimentación, actuando el docente como guía, comprender cómo opera la ciencia y cuál es el método o los métodos científicos. La visión que deben percibir nuestros estudiantes es que la ciencia que hacen en el aula y en sus casas está conectada con el mundo real y con científicos, investigadores e instituciones.

La ciencia ciudadana, en general, permite cubrir todas estas necesidades, trabajando así:

- **la alfabetización científica**, haciendo partícipes a todos los estudiantes en los procesos de construcción de la ciencia.

- **la investigación científica del siglo XXI**: percibiendo la actividad científica como algo real, necesario y conectado con la sociedad.

- **la inclusión social**, ya que la ciencia ciudadana está orientada a todos los ciudadanos sin importar el género, la edad, la raza, su condición social, etc.

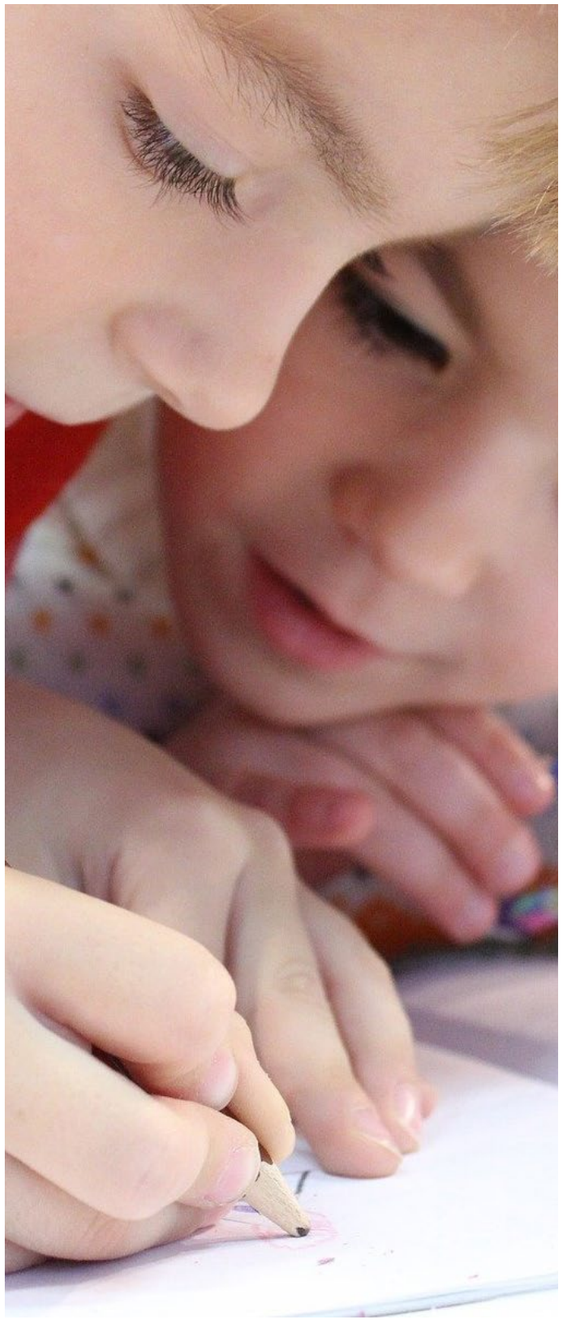
El objetivo del proyecto **Vigilantes del Aire**, es el análisis de la polución atmosférica por metales, que es un problema ambiental que afecta a todos los ciudadanos, por lo que resulta interesante trabajarlo tanto desde la enseñanza formal como desde la enseñanza no formal.

Además, es importante resaltar que desde este proyecto se permite **trabajar de una manera inclusiva tanto en el aula como en la sociedad**, permitiendo la participación de todos lo que lo deseen; desde personas con discapacidad severa, centros escolares de diferentes niveles o asociaciones de colectivos desfavorecidos, sin hacer en ningún caso distinción de género.

Al hablar de **inclusión en la escuela**, tenemos que pensar en dar respuesta a la diversidad de necesidades de todo el alumnado, fomentando la mayor participación de todos los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El proyecto **Vigilantes del Aire**, se puede utilizar como eje vertebrador de una actividad de educación inclusiva, ya que, la simplicidad de las acciones experimentales y de toma de datos requeridas facilitan una amplia implementación de adaptaciones curriculares en función de las necesidades del alumnado que la lleve a cabo.

En el presente documento se plantean una serie de actividades en función de los tres niveles anteriormente descritos para trabajar de manera paralela al proyecto. No obstante, no se plantean **adaptaciones curriculares en cada actividad debido a la diversidad** que nos encontramos en las aulas, siendo el docente el encargado de realizar estas adaptaciones en función de las necesidades de cada individuo.

Por último, es importante decir que **la formación ciudadana es una las más importantes finalidades de la educación**, y en este contexto se destaca los objetivos de la educación científica.



# 5

# VIGILANTES DEL AIRE: UN PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA

Según el Libro Blanco sobre ciencia ciudadana para Europa, publicado en 2014, la ***ciencia ciudadana*** se refiere a la participación del público en general en actividades de investigación científica cuando los ciudadanos contribuyen activamente a la ciencia, ya sea con su esfuerzo intelectual o conocimiento circundante o con sus ***herramientas y recursos***.

Los proyectos de ciencia ciudadana, con independencia del tipo y grado de contribución, abordan la investigación científica desde un enfoque participativo, en el que el conocimiento científico se logra a partir de la participación y colaboración de muchas personas.

Al mismo tiempo, como resultado de esta interacción entre científicos y ciudadanos, estos adquieren una comprensión de la labor de la ciencia y de los científicos, además de nuevos conocimientos y habilidades, repercutiendo en una mejora de la apreciación y comprensión de la ciencia por parte del ciudadano que ha participado en este tipo de proyectos.

Esta propuesta de ciencia ciudadana está alineada con las políticas europeas recientes, como el enfoque RRI (Responsible Research and Innovation), SwafS (Science with and for Society) y Open Science, así como su contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de Naciones Unidas; al mismo tiempo presenta una oportunidad para implementar el Principio 10 de la Declaración de Río de 1992 que busca ***fomentar la participación pública en la toma de decisiones, garantizar el acceso a la información medioambiental y fomentar la justicia en temas ambientales.***



# 6

# IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO Y METODOLOGÍA

El proyecto **Vigilantes del Aire**, es una ampliación del proyecto Vigilantes del Cierzo, que a su vez es una extensión del estudio AirBezen realizado por la Universidad de Amberes en 2014. El proyecto está promovido por Fundación Ibercivis, Instituto Pirenaico de Ecología y Fundación Española de Ciencia y Tecnología-Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades.

Desde la **Fundación Ibercivis** se está desarrollando el proyecto en distintas ciudades españolas, en las que se está haciendo el reparto de las plantas de fresa. El ciudadano tiene que acercarse al punto de recogida (que vendrá indicado en la web del proyecto) y **responsabilizarse del cuidado** de la planta siguiendo las indicaciones que se le darán.

Con el kit se entregan las instrucciones sobre los cuidados y un formulario, que será enviado a los investigadores junto a unas hojas de la planta, indicando su ubicación.

Además, los investigadores necesitarán datos relativos a la ubicación de la planta. Esto les permitirá analizar lo datos de una manera más precisa, teniendo en cuenta los factores que pueden afectar tanto a la estación de muestreo (la planta) como a la posible polución existente en su entorno.

Transcurrido el tiempo que se indique, que suele ser de 2 a 4 meses, deberán enviarse unas hojas para su análisis en el sobre que previamente se ha proporcionado con el kit.

Además de publicar las conclusiones y resultados de manera general, cada participante recibirá vía correo electrónico información detallada sobre su planta de fresa en comparación con los resultados obtenidos en el cómputo de la ciudad.

# 7 RECURSOS DE INTERÉS

## EL AIRE Y SU COMPOSICIÓN

**Capas de la Tierra. Atmósfera.**
https://www.capasdelatierra.org/atmosfera

**Meteorología en Red. Capas de la atmósfera.**
https://www.meteorologiaenred.com/capas-atmosfera.html

**Universidad EAFIT. ¿Cómo se creó la atmósfera?**
http://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/como-se-creo-la-atmosfera.aspx

**Revista ciencia. El agua en la atmósfera.**
https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/index.php/ediciones-anteriores/77-vol-58-num-3-julio-septiembre-2007/agua/117-el-agua-en-la-atmosfera

**Tiempo. El límite superior de la atmósfera: la Línea de Kármán.**
https://www.tiempo.com/ram/el-limite-superior-de-la-atmosfera-la-linea-de-karman.html

**Manual de vuelo. Atmósfera.**
https://www.manualvuelo.es/1pbav/11_atmos.html

## TÉCNICA DE ANÁLISIS SIRM

**ODP. Laboratory-Induced Magnetization**
http://www-odp.tamu.edu/publications/tnotes/tn34/tn34_6.htm

**ScienceDirect. Atmospheric Environment.**
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231011006182



## INFORMES DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD Y DE LA AGENCIA EUROPEA DE MEDIOAMBIENTE

**OMS. Contaminación atmosférica.**
https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/es

**OMS. Contaminación del aire.**
https://www.who.int/topics/air_pollution/es

**OMS. Información básica sobre la contaminación atmosférica urbana.**
https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/background_information/es

**OMS. Respira la vida: una campaña sobre los peligros de la contaminación atmosférica - infografías.**
https://www.who.int/phe/infographics/breathe-life/es

**Agencia Europea del Medio Ambiente. La contaminación atmosférica todavía demasiado elevada en toda Europa.**
https://www.eea.europa.eu/es/highlights/la-contaminacion-atmosferica-todavia-demasiado

**Agencia Europea del Medio Ambiente. Contaminación atmosférica.**
https://www.eea.europa.eu/es/themes/air/intro.

## CIENCIA CIUDADANA

**Informe del Observatorio Ciencia Ciudadana España 2017.**
http://ciencia-ciudadana.es/informe-del-observatorio-de-la-ciencia-ciudadana-en-espana-2017

Informe del Observatorio Ciencia Ciudadana España. 2016.
http://ciencia-ciudadana.es/informe-del-observatorio-de-la-ciencia-ciudadana-en-espana-2016

**Artículos en la sección sobre ciencia ciudadana. Tercer Milenio e Ibercivis.**
https://www.heraldo.es/tags/temas/ciencia_ciudadana.html

**La plataforma de ciencia ciudadana 'Biodiversidad Virtual'. Por Antonio Ordóñez.**
https://ciencia-ciudadana.es/la-plataforma-de-ciencia-ciudadana-biodiversidad-virtual-por-antonio-ordonez

**Ciencia ciudadana ¿un nuevo paradigma en el siglo XXI? Autores: Maite Pelacho, María R. Clemente y Jesús Clemente-Gallardo. Octubre 2018.**
https://ctxt.es/es/20181010/Firmas/22206/ciencia-ciudadana-gasto-publico-investigacion.htm

**Citizen science in school. Autores: María López Redondo, Miguel Ángel Queiruga Dios, María Consuelo Sáiz Manzanares, Sara Juez Navarro. Incluido en: Hands-on science: advancing science, improving education / Manuel Costa (ed. lit.), José Benito Vázquez Dorrío (ed. lit.), Josep M. Fernández Novell (ed. lit.), 2018, págs. 194-198.**
http://www.hsci.info/hsci2018/images/pdfs/eBookHSCI2018.pdf

**Entrevistas en el Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España.**
https://ciencia-ciudadana.es/category/entrevistas-2

**Ciencia ciudadana. Cómo podemos todos contribuir al conocimiento científico. Autora: Caren Cooper. Editorial: Grano de sal. México, 2018.**

**Ciencia ciudadana: Principios. Herramientas. Proyectos de Medio Ambiente. Fundación**
**Ciencia Ciudadana y Embajada de Canadá. Editores: Dinka Acevedo Caradeux. Santiago de Chile, 2018.**
http://cienciaciudadana.cl/wp-content/uploads/2018/04/libro-CC-OK.pdf

**Citizen Science: Innovation in Open Science, Society and Policy Editores: Susanne Hecker,**

**Muki Haklay, Anne Bowser, Zen Makuch, Johannes Vogel y Aletta Bonn. UCL Press, 2018.**
https://www.ucl.ac.uk/ucl-press/browse-books/citizen-science

**El libro verde de Ciencia Ciudadana:**
https://www.csic.es/es/ciencia-y-sociedad/politicas-y-estrategias-de-cultura-cientifica/libro-verde-de-la-ciencia-ciudadana



# WEBS DE CIENCIA CIUDADANA

**Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España.**
https://ciencia-ciudadana.es

**Web de la Fundación Ibercivis.**
https://ibercivis.es

**Oficina de la Ciencia Ciudadana de Barcelona.**
http://www.ub.edu/opensystems/es/projectes/oficina-de-ciencia-ciudadana

**Observatorio de la Ciencia Ciudadana en Zaragoza**
https://cienciaciudadanazgz.ibercivis.es

**Sitio web del IES David Buján Cambre (A Coruña)**
http://www.citizenscienceclub.com/participantes

**Proyecto SOCIENTIZE**
http://socientize.eu

**Proyecto Zooniverse**
https://www.zooniverse.org

# VIGILANTES DEL AIRE
# MATERIAL PARA EL ALUMNADO
## secundaria y bachillerato

# ¡BIENVENIDOS AL PROYECTO DE CIENCIA CIUDADANA VIGILANTES DEL AIRE!

**El aire nos rodea, invisible.**

El proceso de respiración se produce de forma inconsciente. No nos damos cuenta. **¿Realmente valoramos la importancia del aire que respiramos?** Necesitamos aire para respirar, al igual que casi todos los animales y plantas.

**Te necesito como el aire para respirar**, nos cuentan los poemas y las canciones.

Pero, **¿qué tiene el aire que es tan necesario para nuestra vida?**, y, otra cuestión también importante, ¿qué otras sustancias tiene el aire que pueden perjudicarnos?

Si es tan importante, debemos conocerlo: **de qué está compuesto, cómo puede afectarnos, ¿está limpio el aire que inhalamos?**

***Te invitamos a participar en este proyecto de ciencia ciudadana como vigilante del aire.***

***Tus observaciones y datos ayudarán a que, entre todos, conozcamos un poco mejor la calidad del aire de nuestra ciudad o de nuestro entorno, al tiempo que te ayudará a comprender cómo se construye la ciencia.***

# 1 EL AIRE QUE RESPIRAMOS

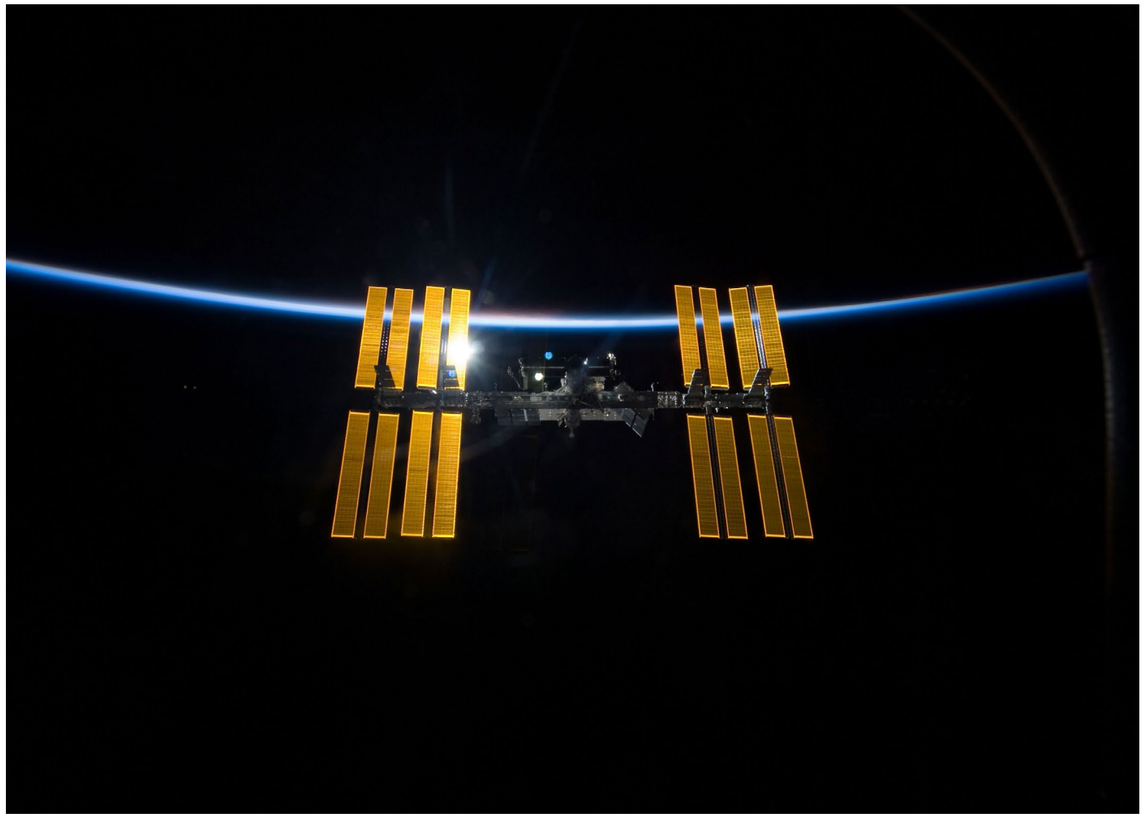
La superficie sólida de nuestro planeta, la Tierra, **está rodeada por una fina capa de aire**, que recibe el nombre de **atmósfera**.

Ese **aire**, invisible, pero que sentimos y utilizamos para respirar, **es una mezcla de distintos gases**.

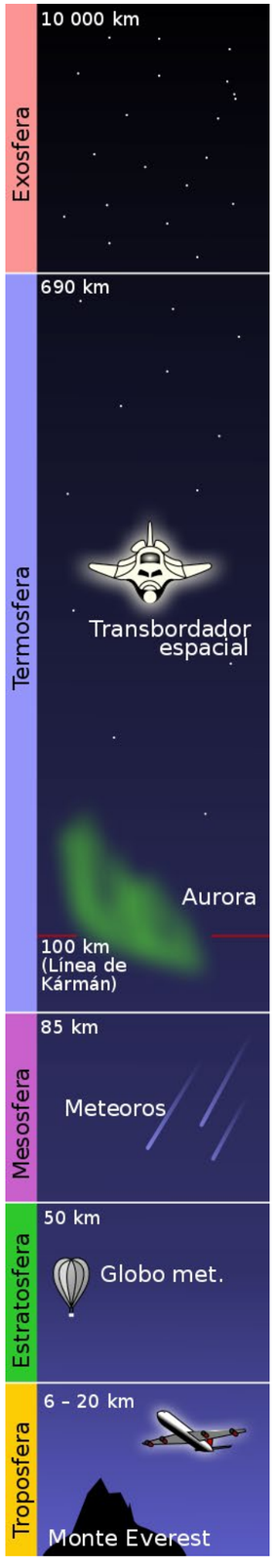
En su composición se encuentra el **nitrógeno** (78.09%), el **oxígeno** (20.95%), el **argón** (0.93%), el **dióxido de carbono** (0.04%), y pequeñas cantidades de otros gases, entre los que se encuentran **vapor de agua, metano**, y otros que proceden de la actividad humana o natural.

Además, en el aire pueden encontrarse partículas en suspensión: **polvo, polen, esporas y ceniza**.

*Con el telón de fondo en la oscuridad del espacio y la delgada línea de la atmósfera de la Tierra, la Estación Espacial Internacional se ve desde el transbordador espacial Discovery cuando las dos naves espaciales comienzan su separación relativa.*
*Fuente: NASA.*








# 2 LA ATAMÓSFERA

En la atmósfera existen distintas regiones con distintas propiedades físico-químicas (composición, densidad, temperatura, etc.). Estas regiones se denominan capas y, aunque se representan como en la imagen, debemos pensar que la transición entre ellas se produce de forma gradual.

**Troposfera:**
Es la parte más baja de la atmósfera y que se extiende desde unos 6 km (en las regiones polares) hasta unos 20 km en la zona intertropical. En general, a medida que se asciende la temperatura va disminuyendo. En esta región se producen los fenómenos meteorológicos.

**Estratosfera:**
Se extiende hasta unos 50 km de altitud. Es una capa muy tenue y en esta, la temperatura va aumentando a medida que se asciende, debido a las interacciones que se producen entre los rayos ultravioleta y el oxígeno. En esta interacción se forma el ozono, que forma la ozonosfera o, como solemos denominarlo habitualmente, la capa de ozono.

**Mesosfera:**
Esta capa se extiende sobre la estratosfera hasta, aproximadamente, los 85 km de altitud. Es la zona más fría de la atmósfera.

**Termosfera o ionosfera:**
Su límite superior se sitúa entre los 600-800 km. En esta capa la temperatura aumenta con la altitud y, dependiendo de la radiación solar, puede llegar a los 1500º C.

**Exosfera:**
Es la región más alejada de la superficie donde se produce el tránsito entre la atmósfera y el espacio exterior, considerándose su altitud unos 10000 km.

# 3 LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

**La actividad humana y la actividad natural pueden modificar la concentración de los gases que existen en la atmósfera, además de aportar otros que, de otro modo, no estarían ahí.**

Podemos preguntarnos **cuál es el efecto que produce esta alteración del aire**. Por un lado, estas alteraciones pueden producir modificaciones en la función protectora de la atmósfera. ¿Te imaginas que la atmósfera dejara de protegernos de la radiación cósmica? o, ¿te imaginas que el invernadero en el que vivimos empezara a funcionar mal?
En este caso, podría ocurrir que en lugar de mantener el equilibrio en que vivimos, empezara a **acumular cada vez más y más energía calorífica** (¿te suena?) o que, por el contrario, fuera incapaz de retenerla.

Pero, no solo eso… ¿qué ocurre con el aire que inhalamos al respirar? Nuestro organismo toma el oxígeno que necesita para los procesos celulares, pero puede ocurrir que, **algunas de las partículas que inhalamos penetren en nuestros pulmones y se acumulen ahí, o, por el contrario, engañen a nuestro organismo y logren colarse en nuestro cuerpo**.

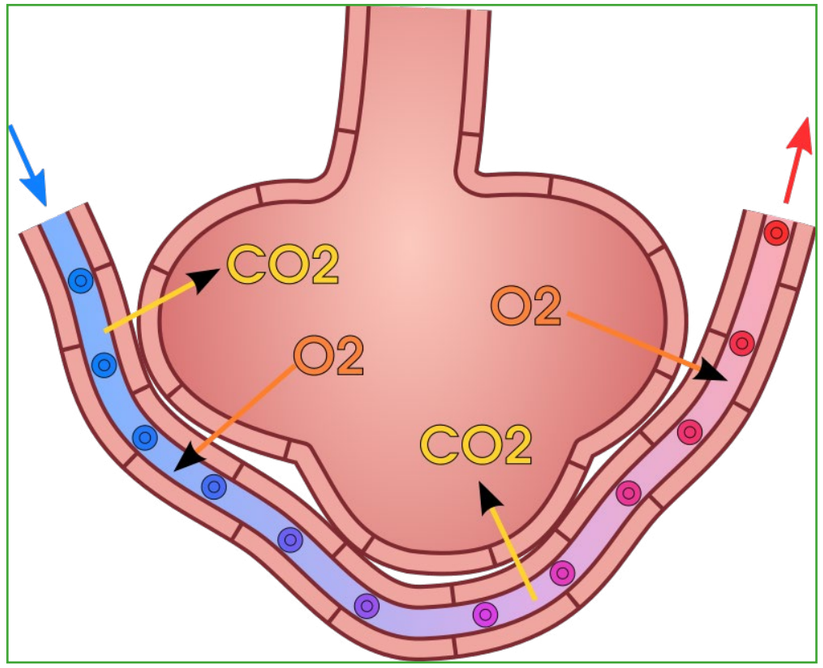
¿Y si estas sustancias son perjudiciales para nuestro organismo, o para las plantas o para los animales?

## RECUERDA

*Los seres vivos intercambian gases con el entorno en el proceso llamado respiración.*

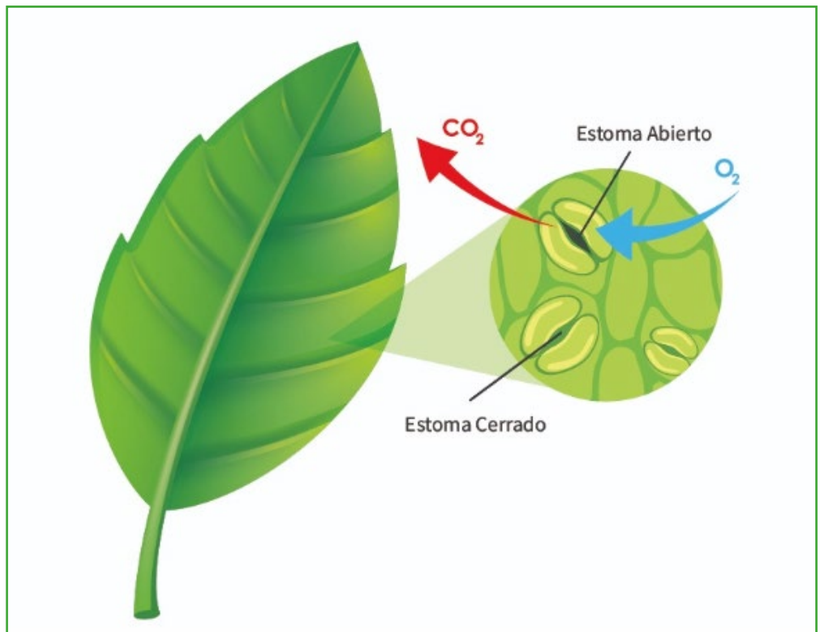
*El oxígeno es un componente clave para los procesos celulares en la mayoría de los organismos.*






*Intercambio de gases en el alveolo pulmonar. Este intercambio de produce por difusión, debido a que la concentración de cada gas es distinta en el interior y el exterior de la pared alveolar.*

*Imagen: domdomegg.*




*Las plantas realizan el intercambio gaseoso a través de los estomas, que se encuentran en la parte inferior de la hoja, pudiendo encontrarse también en los tallos e incluso en las raíces. La respiración se produce durante las 24 horas y, durante esta, las plantas absorben oxígeno y liberan dióxido de carbono y agua.*
*Otro fenómeno de intercambio de gases que realizan las plantas es el de la fotosíntesis. Esta se produce cuando la planta recibe luz, utilizando la energía de la luz para transformar el dióxido de carbono del aire en compuestos orgánicos y liberando oxígeno.*

*Imagen: Nacho Ramos para Vigilantes del Aire.*

Precisamente, la contaminación atmosférica se refiere a la presencia en el aire de este tipo de partículas dañinas o perjudiciales.

Como hemos dicho, estas partículas pueden aparecer por causas naturales: emisiones volcánicas, incendios forestales, emisiones de metano por los procesos digestivos de los animales, etc.

Pero, muchas otras causas de contaminación atmosférica tienen su origen en la actividad humana: emisiones industriales, emisiones de los gases de escape de vehículos, catástrofes y ensayos nucleares, emisiones de sistemas de calefacción de combustión, etc.

En particular, podemos encontrar en el aire partículas de metales pesados, como mercurio, plomo, cadmio, arsénico y níquel, procedentes de procesos industriales y de la combustión de combustibles fósiles.

Estos metales se acumulan en nuestro organismo produciendo efectos dañinos para nuestra salud: enfermedades autoinmunes, distintos tipos de cáncer, dolencias en las articulaciones, daños en el riñón, enfermedades del sistema circulatorio, efectos neurotóxicos, etc.

***La siguiente lista muestra los principales gases causantes de la contaminación del aire y su origen principal:***
***(fuente: Wikipedia)***

### CFC Y SIMILARES
Son gases utilizados en los circuitos de los sistemas de refrigeración. También se utilizaron mucho como aerosoles (sprays).

### MONÓXIDO DE CARBONO
Producto de la combustión incompleta, lo emiten los automóviles.

### DIÓXIDO DE CARBONO
Producto de la combustión. Su mayor fuente es la combustión de combustibles fósiles.

### MONÓXIDO DE NITRÓGENO
Se produce en la quema de combustibles fósiles.

### DIÓXIDO DE AZUFRE
Combustión del carbón que contiene azufre.

### METANO
Se produce en la descomposición de la materia orgánica y en los procesos de digestión de los herbívoros.

### OZONO
Se origina en la baja atmósfera por la reacción de los gases de escape con la radiación solar.



## RECUERDA
*¡La calidad del aire en el interior de tu vivienda también es importante!*

*Las guías de la OMS sobre la calidad del aire interior nos advierte de* ***la importancia de ventilar con frecuencia nuestras casas y espacios de trabajo****, para evitar la acumulación de humedad y la proliferación de agentes biológicos que, a su vez, producirán esporas y fragmentos orgánicos volátiles.*

***La humedad, por su parte, puede producir la degradación de los materiales, contaminando así el aire.***

*Además, sin una ventilación adecuada,* ***pueden acumularse compuestos químicos procedentes de los materiales que tenemos en nuestro hogar y de nuestra propia actividad.***

# 3 ¿QUÉ ES VIGILANTES DEL AIRE?

El proyecto Vigilantes del Aire analiza la concentración de metales pesados en el aire utilizando como biodetectores de contaminación plantas de fresa.

Cuando dejamos una planta a la intemperie, las partículas que se encuentran en suspensión en el ambiente se depositan sobre sus hojas, quedando así atrapadas.

Posteriormente, a través de técnicas magnéticas, se puede identificar la cantidad de metales que se han acumulado en las hojas.

Una vez recibidas en el laboratorio, las hojas son analizadas con la técnica **SIRM** (*Saturation Isothermal Remanent Magnetization*), que mide la magnetización que adquiere la muestra al someterse a campos magnéticos intensos (1 Tesla).

Esto permite determinar la cantidad de materiales ferromagnéticos que contiene (aunque no el tipo), y que, en su mayoría, provienen de las emisiones industriales, del tráfico rodado y de la fricción de frenos, entre otras causas.

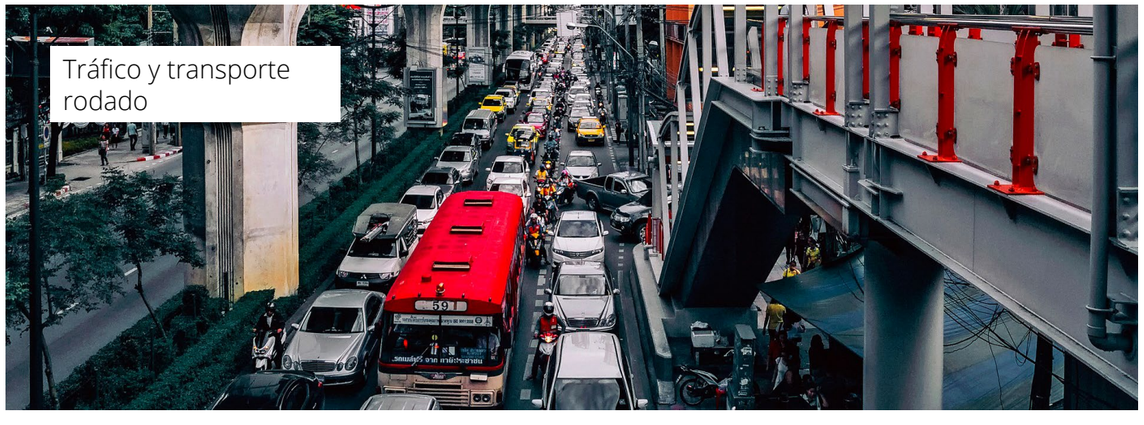
Estas técnicas son también utilizadas en estudios ambientales europeos.

# 4 ALGUNAS FUENTES DE CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

Plantas Químicas y fábricas

Sistemas domésticos de calefacción

Centrales Térmicas


Tráfico y transporte rodado

# 5 CÓMO NOS AFECTA LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

La contaminación atmosférica representa un grave problema para la salud, tanto de los humanos como de animales y plantas.

Según la OMS, refiriéndose a las personas que viven en ciudades, la contaminación atmosférica aumenta el riesgo de padecer enfermedades respiratorias agudas, como la neumonía, y crónicas, como el cáncer de pulmón y las enfermedades cardiovasculares.

¡Aproximadamente son 1,3 millones las personas que mueren en un año a causa de la contaminación atmosférica urbana! Los grupos de personas más vulnerables son los ancianos y los niños.

Pero no solamente nos afecta la contaminación del aire por la respiración directa, también puede producirse por la ingestión de alimentos o agua en los que se han depositado sustancias tóxicas que se encontraban en el aire.

## RECUERDA

### Efectos de reducir la contaminación atmosférica

**Mejora de la salud (humanos, animales y plantas)**
**Aumento de la esperanza de vida**
**Reducción de gases de efecto invernadero**
**Mejora de la capa de ozono**



# 6 CÓMO MEDIMOS LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE

***Las Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire*** publicadas en 2005 ofrecen orientación relativa a umbrales y límites para contaminantes atmosféricos clave que entrañan riesgos sanitarios:

Partículas (PM)
Ozono ($O_3$)
Dióxido de nitrógeno ($NO_2$)
Dióxido de azufre ($SO_2$)

Las partículas afectan a las personas más que otros contaminantes, por lo que es un indicador representativo de la contaminación del aire.

Mientras que las partículas gruesas ($PM_{10}$), de tamaño del orden de 10 micrómetros (1 micrómetro es la millonésima parte de un metro) pueden penetrar en los pulmones y alojarse profundamente, las partículas finas ($PM_{2.5}$), es decir, con un diámetro hasta 2,5 micrómetros, pueden atravesar la barrera pulmonar y entrar en el sistema sanguíneo.

Las partículas están formadas, por lo general por sulfatos, nitratos, amoníaco, cloruro de sodio, hollín, polvos minerales y agua.

## Directrices de la OMS sobre la Calidad del Aire *(fuente: OMS)*

| | |
|---|---|
| **Partículas finas ($PM_{2.5}$)** | 10 microgramos/$m^3$ de media anual<br>25 microgramos/$m^3$ de media en 24h |
| **Partículas gruesas ($PM_{10}$)** | 20 microgramos/$m^3$ de media anual<br>50 microgramos/$m^3$ de media en 24h |
| **Ozono ($O_3$)** | 100 microgramos/$m^3$ de media en 8h |
| **Dióxido de Nitrógeno ($NO_2$)** | 40 microgramos/$m^3$ de media anual<br>200 microgramos/$m^3$ de media en 1h |
| **Dióxido de Azufre ($SO_2$)** | 20 microgramos/$m^3$ de media anual<br>500 microgramos/$m^3$ de media en 10min |

# 7 ACTIVIDADES

## *REVISIÓN DE* ***CONTENIDOS***

Como has visto en los contenidos, la contaminación atmosférica es un problema muy complejo que engloba a muchos factores.

Es posible que haya aparecido algún término que no conozcas o que no te haya quedado claro, así que, la primera actividad que te proponemos es que **hables con el profesor y los compañeros o busques información en los enlaces que te hemos suministrado para que no te quedes con dudas.**

## *TRABAJAMOS CON* ***DATOS***

A lo largo de todo el planeta, existen miles de estaciones ambientales, pertenecientes a gobiernos e instituciones, monitorizando el estado del aire, y, en particular, la concentración de partículas en suspensión.

Te proponemos que descargues **la hoja de cálculo disponible en la web de la OMS**

https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/OAP_database.xls?ua=1

y busques en la tabla:

**¿Cuál es la ciudad con mayor concentración de PM10? ¿Y la menor? Busca tu ciudad y compárala con los valores dados por las Directrices de la OMS.**

## *BÚSQUEDA, LECTURA Y* ***DEBATE***

Busca en periódicos y revistas **información sobre la contaminación atmosférica.**

**¿Has encontrado alguna noticia relativa a tu comarca o ciudad?**

¿Son informaciones sobre un suceso puntual o por el contrario es una situación habitual?

*Puedes trabajar esta actividad por equipos y construir un póster para compartir lo que has encontrado con tus compañeros.*

***Organiza un debate en el aula y toma nota de las ideas principales o conclusiones, y recuerda, lo más importante son las acciones particulares que puede realizar cada uno y los compromisos para llevarlas a cabo.***

# *EXPERIMENTA*

## *Observando los efectos de la combustión*

La **combustión** es una reacción química de la que se desprende energía, normalmente en forma de llama y calor, que tiene lugar entre un comburente (oxígeno) y un material combustible (gasolina, carbón, madera…).

Pero… ¿Por qué decimos que los productos de la reacción son contaminantes? **Al arder estos materiales**, entre otros compuestos, se produce $CO_2$. **El exceso de $CO_2$ en la atmósfera se considera un contaminante**.

Vamos a observar el proceso, para ello necesitamos los siguientes materiales:

**- Un cuenco o un tarro de vidrio grande.**
**- Una superficie plana que no combustione (metálica por ejemplo).**
**- Varias velas, papel y un trocito de carbón.**
**- Varias pinzas de la ropa.**

Colocamos las velas en el centro de la superficie plana y las encendemos. Tapamos las velas con el tarro de vidrio elegido dejando en un lateral una pequeña abertura, para eso utilizamos las pinzas de la ropa. Dejaremos así durante 2 minutos y después quitaremos las pinzas evitando que entre más aire. Las velas terminarán apagándose. Observaremos qué ha sucedido.

***Deberás hacer lo mismo procedimiento con el resto de combustibles.***

## *Efecto de diferentes contaminantes en el crecimiento vegetal*

Con esta actividad, vamos a ver **cómo influye la contaminación en el crecimiento de las plantas**. Para esto, vamos introducir plantas en el interior de botellas de plástico.

En una de ellas introduciremos aire, pero en las demás, añadiremos algún contaminante: **humo, vapor de amoniaco u otras substancias que se nos ocurra**. Cerramos las botellas y observamos, manteniendo las mismas condiciones de luz y temperatura para todas ellas, si se aprecia algún cambio día a día.

***Elabora alguna hipótesis a partir de las observaciones realizadas, relacionada con los distintos contaminantes que se encuentran en el aire.***

Esta experiencia está adaptada de https://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/199869 donde encontrarás otras muy interesantes.

# INVESTIGA

En tu ciudad o en tu comunidad, **se recogen datos sobre la calidad del aire.**

Esos datos se encuentran, seguramente, publicados en internet o puedes acceder a ellos **contactando con la institución u organismo responsable de su recolección.**

A partir de esos datos, puedes hacer **un estudio de los contaminantes** (tipo y cantidad) más habituales **en tu entorno próximo**.

También sería interesante hacer un estudio de **la evolución** de alguno de esos contaminantes a lo largo de los años (o décadas).

***Recoge todos los datos, analízalos, realiza gráficas y elabora un informe científico exponiendo tus conclusiones.***

¿Te animas a presentar tu investigación en una feria científica? Será una experiencia fantástica, beneficiosa para tu currículum académico y personal.

# 8 LA CIENCIA CIUDADANA: TU CIENCIA

En esta unidad didáctica **Vigilantes del Aire**, has podido conocer más sobre un problema ambiental que nos atañe a todos: la contaminación atmosférica.

Además, **has podido investigar y generar productos para dar a conocer esta problemática**, al mismo tiempo que has trabajado en una investigación global que nos permitirá conocer más nuestro entorno y compartir los resultados con todos los interesados.

***Esa es la esencia de la ciencia ciudadana: construir la ciencia entre todos, tomando datos, investigando y compartiendo.***

Pero además, has contribuido a **lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible** con las acciones que has puesto en práctica durante esta unidad didáctica.

Existen muchos proyectos de ciencia ciudadana que se están desarrollando en la actualidad.

En la web del **Observatorio de la Ciencia Ciudadana en España** (https://ciencia-ciudadana.es) puedes encontrar algunos ejemplos de los muchos que se están desarrollando en todo el mundo.

Verás que son proyectos con distintos temas de investigación (**astronomía, biodiversidad, contaminación marina, física de partículas, enfermedades infecciosas...**), herramientas de investigación (fotografía, observación y monitorización de especies, aplicaciones para web y teléfonos móviles...), así como tareas que deben realizar los participantes (toma de datos, análisis de imágenes, participación en procesos de decisión, etcétera).

***¡Estamos seguros de que hay unos cuantos que encajarán con tus intereses científicos!***

# 9 PASATIEMPOS

## A LA RICA SOPA... ¡DE LETRAS!

¡A la rica sopa! **La que te hemos preparado utilizando diez palabras que se encuentran en la unidad. ¿Serás capaz de resolverla?**

S H N A N W A F V V H Q V C E

L E I X Ó G R T U R S F I Y G

G X T U I W Z J M A R U E Z Q

U L R N C U U P J Ó D K E H B

B C Ó W A N I J Z A S N P C L

L D G V G N S T D G W F A T H

T C E D I H I A R S G R E E G

K D N Z T B N M U Y E T A R K

A J O I S A I R A F T M S D A

V U Z X E O Q G S T J W E T C

K B J X V K N O I H N G R E M

I T Y U N A P O Z Q S O F J X

I T D H I O H S Z D V L C G X

X I O E R Y M C X O E U M A D

K Q A T A F A L C Y A J C D D

D N U U S N Y C S Y R C E M K

A I J C D P Y G J D V P S D A

V I G I L A N T E S N K W R K

S Q P G S F J U O G R S T J S

V V X A E G P A I C N E I C M

## EL MENSAJE CODIFICADO

**Acabas de recibir un mensaje**, pero cuidado, es posible que se hayan intercalado algunas letras entre las palabras del mensaje. **¿Serás capaz de averiguarlo?**

---- --------- --- ----, ---------- - ------ ---

--------- -- ---------- ----------.

S S L C O M O V I G V I S L A

N E O E T E D E L A I O O I R

E C Y S D O N T R I G L V B U

Y E S U T A L O G R I L I A R

L O S O B E B J E T L O T I V

O S D E D I N E S A A R E R R

R A R G O L R I O L N R J L O

S O S T E N I T B B T A B L E

E R I A Z K R E N L E S O D H

I C S O C B B J U O E E Z T I

A H O D O L V G G Q C D U D M

I Q L M X L C O S T E S M D L

F J G U O D X Z U R B S K Q S

Y D L O G J V R J U I B R L S

A U R U S H N I G F D L Y D X

AIRE
LOS
VIGILANTES
DEL
COMO
DESARROLLO
OBJETIVOS
CONTRIBUYES
LOGRAR
SOSTENIBLE



# 10 VISTO EN LOS MEDIOS

Te presentamos una serie de enlaces muy interesantes para que sigas leyendo y profundizando sobre el tema.

**Institutos Nacionales de la Salud Biblioteca Nacional de Medicina de los EE.UU. Contaminación del aire.** https://medlineplus.gov/spanish/airpollution.html

**OMS. Cómo la contaminación del aire está destruyendo nuestra salud**. https://www.who.int/es/air-pollution/news-and-events/how-air-pollution-is-destroying-our-health

**Cumbre Pueblos. Contaminación del aire: Que es, causas, consecuencias y soluciones.** https://cumbrepuebloscop20.org/medio-ambiente/contaminacion/aire/

**National Geographic. La contaminación del aire.** https://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/la-contaminacion-del-aire

**Fundación AQUAe. 16 consejos para reducir la contaminación del aire.** https://www.fundacionaquae.org/consejos-del-agua/106-consejos-para-reducir-la-contaminacion-del-aire/

**Agencia SINC. ¿La contaminación del aire en escuelas afecta al riesgo de sobrepeso?** https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-contaminacion-del-aire-en-escuelas-afecta-al-riesgo-de-sobrepeso

**Agencia SINC. La contaminación del aire es una de las principales causas de muerte por cáncer**. https://www.agenciasinc.es/Noticias/La-contaminacion-del-aire-es-una-de-las-principales-causas-de-muerte-por-cancer

**Tercer Milenio. ¿Influye la ciencia ciudadana en las políticas medioambientales europeas?** https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2018/01/26/influye-ciencia-ciudadana-las-politicas-medioambientales-europeas-1221108-310.html

**Tecpa. Las plantas y la contaminación atmosférica.** https://www.tecpa.es/contaminacion-atmosferica-urbana-plantas/

**Tercer Milenio. Contaminación. El aire que respiras.** https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2011/04/26/contaminacion-aire-que-respiras-137410-310.html

**Tercer Milenio.La contaminación del aire urbano mata.** https://www.heraldo.es/noticias/sociedad/2019/08/25/la-contaminacion-del-aire-urbano-mata-1330957.html

**Agencia SINC. Ecosensor, un sistema para conocer la calidad del aire urbano en tiempo real.** https://www.agenciasinc.es/Noticias/Ecosensor-un-sistema-para-conocer-la-calidad-del-aire-urbano-en-tiempo-real

**Capas de la Tierra. Atmósfera.** https://www.capasdelatierra.org/atmosfera/

**National Geographic. Atmósfera.** https://www.nationalgeographic.com.es/temas/atmosfera

**Ambientum-Enciclopedia Medioambiental. Composición de la atmósfera.** https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/atmosfera/composicion-de-la-atmosfera.asp

**El aire que respiramos. Jesús Garoz y Carlos Gutiérrez.** http://www.rinconsolidario.org/aire/

**Boldo, E. (2016). La contaminación del aire. Instituto de Salud Carlos III.** https://repisalud.isciii.es/bitstream/20.500.12105/7274/1/LaContaminaci%C3%B3nDelAire_2016.pdf

**Muy Interesante. La gran batalla contra la contaminación del aire.** https://www.muyinteresante.es/revista-muy/articulo/la-gran-batalla-contra-la-contaminacion-del-aire-811505987038

**Aragón Digital. Plantas de fresa para medir la calidad del aire de Zaragoza.** https://www.aragondigital.es/2019/08/12/plantas-de-fresa-para-medir-la-calidad-del-aire-de-zaragoza/

# VIGILANTES DEL AIRE
# MATERIAL PARA EL ALUMNADO
## educación primaria

# ¡HOLA, VIGILANTE DEL AIRE!

**¿Has pensado alguna vez en lo importante que es el aire que respiramos? ¡Seguro que sí!**

Pero, lo que es más probable es que nunca te hayas cuestionado **la calidad del aire que respiras y la importancia que tiene en nuestra salud** y en la de las plantas y de todos los organismos que nos rodean.

Ahora que **eres un vigilante del aire**, tu misión será estar muy atento y enviarnos información de la calidad del aire de tu entorno. Ya sé lo que se te está pasando ahora mismo por la cabeza: pero… si el aire es invisible, **¿cómo puedo saber si es un aire limpio?**

Te vamos a contar nuestro secreto: **existen detectores e indicadores de la calidad del aire repartidos por todo el planeta**.

**Si estamos atentos y aprendemos** a descifrar los mensajes que nos envían, tendremos información sobre algunos contaminantes que puede contener el aire, por ejemplo, pero, además, muchas partículas que están en el aire son absorbidas o se depositan sobre la superficie de las plantas.

**¡A que te has quedado alucinado con esta información!**

***Si sigues trabajando con nosotros conocerás y aprenderás muchas cosas sobre el aire y las partículas que puede contener y, sobre todo, algunos buenos hábitos que podrás incorporar en tu día a día para mejorar la calidad del aire que respiramos.***

# uno ¿DE QUÉ ESTÁ FORMADO EL AIRE Y POR QUÉ LO NECESITAMOS?

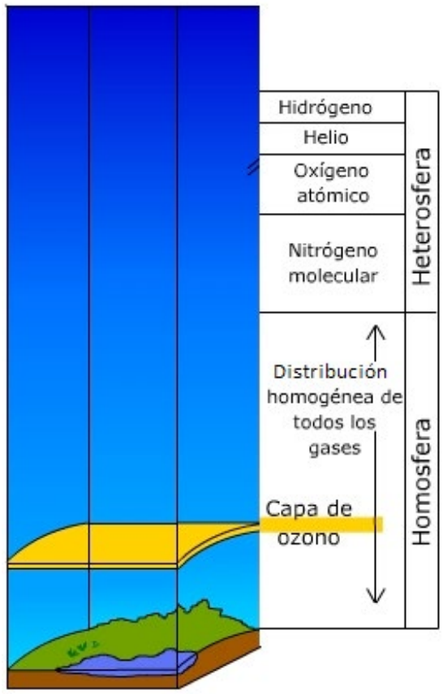
- **¿Sabías que cada día respiras, aproximadamente, 20.000 veces?** ¡Cuando tengas 70 años habrás aspirado más de 600 millones de veces!

- **El aire** que inhalas en cada respiración **está formado por una mezcla de distintos gases.**

- Aunque hay dos de ellos que se encuentran en mayor proporción, **el nitrógeno y el oxígeno**, hay otro tipo de gases y partículas (como **polvo, polen, hollín,** etc.).

- Algunas de estas partículas **pueden ser perjudiciales para nosotros.**

La capa de gas que envuelve a nuestro planeta se llama **atmósfera**, y su composición va cambiando con la altura. Los 100 primeros kilómetros tienen una composición más o menos constante, y por eso se llama a esa región **homosfera**.




*En la atmósfera terrestre se pueden diferenciar dos regiones teniendo en cuenta su composición: homosfera y heterosfera.*

Imagen: ***Jesús Garoz y Carlos Gutiérrez (El aire que respiramos).***

- Sobre esta, hay otra capa cuya composición va cambiando, es la **heterosfera**, que se extiende hasta diluirse en el espacio, considerándose que **su límite es de unos 10000 km**.



Ya habrás oído que el oxígeno es imprescindible para que nuestro organismo funcione. ¡Lo necesitan nuestras células! Además, también lo necesitan la mayor parte de los organismos que viven en nuestro planeta.

Mejorar la calidad del aire produce una mejora de nuestra salud y la de nuestro entorno.

*La atmósfera de la Tierra iluminada por el Sol en un Eclipse observada desde el espacio profundo a bordo del Apolo 12 en 1969. Fuente:* ***NASA****.*

## ¿Ya te estás dando cuenta del papel tan importante que juega la atmósfera en la vida?

*Pues no solamente la necesitamos para respirar, además, tiene una misión muy importante como escudo protector de la radiación exterior y manteniendo una temperatura óptima para la vida con lo que se conoce como* ***efecto invernadero natural****.*

*dos*

# ¿CÓMO ES EL AIRE QUE RESPIRAMOS?

Como ya hemos comentado anteriormente, **el aire es una mezcla de varios gases, principalmente nitrógeno y oxígeno**; aunque, en una proporción muy pequeña, existen otros gases como **argón, vapor de agua, dióxido de carbono, hidrógeno y partículas de polvo, esporas y otras partículas debidas a la contaminación**.

La actividad humana produce, muchas veces, que algunas partículas pasen al aire, modificando su calidad. Así, **cuando respiramos, algunas de estas pueden entrar en nuestros pulmones e incluso penetrar en nuestro organismo**. Muchas de estas partículas tienen **efectos tóxicos**.

Entre estas sustancias, procedentes de la **quema de combustibles** en fábricas, industrias o vehículos, se encuentran algunos tipos de metales, como **mercurio, plomo, cadmio, arsénico y níquel**.

***Y aquí, precisamente, entramos en juego los Vigilantes del Aire, con el objetivo de analizar los metales que se encuentran presentes en el aire que respiramos.***

Pero además del aire que respiras en la calle, también es importante l**a calidad del aire en tu casa**.

Hay sustancias que se pueden acumular dentro de tu hogar, debido a la respiración de las personas que están en su interior, a la cocina y sustancias que son liberadas por los muebles y aparatos que tenemos en casa, pinturas, barnices y productos de limpieza.

También se puede acumular humedad.

***Por todo ello, es conveniente ventilar adecuadamente el interior de las viviendas.***

*La actividad humana produce la emisión de partículas al aire, lo que hace que disminuya su calidad.*

*Además, estas partículas pueden depositarse sobre los alimentos y el agua contaminándolos.*

# *tres*

## VIGILANTES DEL AIRE ¿QUIERES INVESTIGAR LA CALIDAD DEL AIRE?

El proyecto **Vigilantes del Aire**, busca **conocer la contaminación por partículas metálicas en el aire de tu ciudad o población**. Con este propósito, utiliza plantas de fresa como biodetectores.

Como hemos dicho, las plantas intercambian gases, a través de las hojas, con el ambiente.

En este intercambio, **algunas partículas quedan atrapadas en el interior de las hojas mientras que otras se depositan sobre su superficie**.

***Cuando los investigadores analicen esas hojas, podrán conocer la concentración de estos metales que se encuentran en suspensión en el aire del ambiente.***

*El análisis de las hojas de las plantas de fresa que nos envíes, nos permitirá conocer la polución por metales en el aire de tu entorno.*

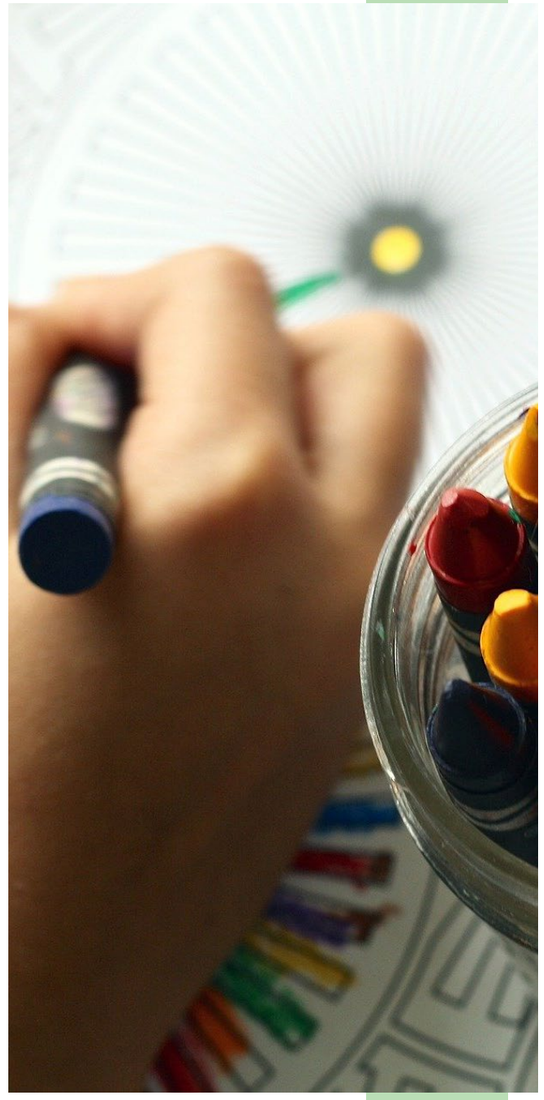


***¿Te has fijado qué ocurre cuando frotas una aguja o un alfiler con un imán?***

Si no has probado, te invitamos a que lo hagas. Verás que la aguja o el alfiler se transforma en un pequeño imán (se dice que ha adquirido magnetismo) y que puedes incluso construir una brújula con él.

Algo parecido ocurre durante el análisis de las hojas. Las ponen bajo la influencia de una especie de *superimán* (unas 40000 veces mayor que el campo magnético terrestre), y **así se puede medir el magnetismo que han adquirido las muestras de hojas**.

**Esta técnica se ha utilizado** mucho en Europa, además de utilizar otros sensores, **para medir la contaminación atmosférica por metales pesados.**



***Posteriormente, todos estos resultados estarán disponibles para que todas las personas puedan conocerlos y utilizarlos en sus investigaciones.***

# *cuatro* ACTIVIDADES

## *BÚSQUEDA DE* ***INFORMACIÓN***

¿Qué nos cuentan los medios acerca de la contaminación atmosférica? ¿Sabemos interpretar lo que nos dicen?

**Busca información en prensa sobre la contaminación atmosférica**. Lee atentamente las noticias y analiza lo que quieren decirnos. Señala las palabras clave.

Después **por grupos realiza un mural con las noticias más relevantes** que hayáis encontrado y compartidlo con vuestros compañeros.

Ahora en grupo y con ayuda de tu maestro/a, **reunid las ideas principales que se extraen de todos los murales**.

## *MANIFIESTO POR* ***UN AIRE LIMPIO***

***Elabora un manifiesto**, a partir de las ideas que habéis extraído en la actividad anterior de todos tus compañeros de clase, que recoja la importancia del aire que respiramos y el sentimiento de respeto hacia la Naturaleza. En este manifiesto podéis incorporar **compromisos que estáis dispuestos a emprender, y que repercutirán en la mejora de la calidad del aire, individualmente y como clase.***

# *INDAGANDO SOBRE EL*
# ***EFECTO INVERNADERO***

***Situación problemática:***

La clase de Juan ha visitado unos huertos ecológicos cercanos a su ciudad.

Para terminar la visita les han llevado a la zona dónde tienen los invernaderos y les han explicado que **la radiación solar atraviesa los materiales que utilizan para construirlos** (vidrios u otros materiales traslúcidos) y calientan los objetos que hay en su interior, y que, además, tienen sistemas para controlar la temperatura y la humedad que se genera en el interior consiguiendo las condiciones óptimas dependiendo del cultivo.

Juan se ha acordado de que en un documental habían hablado del **efecto invernadero**, pero no hablaban de vidrios y plásticos, hablaban de unos gases. **Juan no se explica qué similitud pueden tener estos dos procesos ni como unos gases pueden conseguir "retener el calor"**.

***¿Puedes diseñar una experiencia que le explique a Juan estos fenómenos?***

**Experimenta el efecto invernadero.**

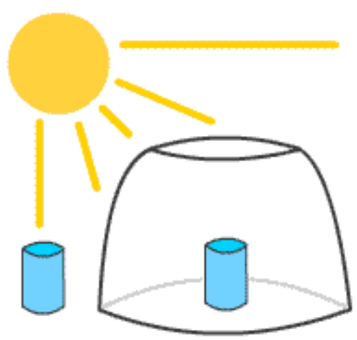
Se necesitan dos frascos pequeños, un cuenco grande transparente y agua.

Tenemos que llenar hasta la mitad los dos frascos. Los ponemos al sol. Después cubrimos uno de los frascos con el cuenco boca abajo y los dejamos una hora.

Cuando pase el tiempo quitamos el cuenco. Introducimos un dedo en cada frasco y comprobaremos que el agua del frasco que estaba cubierto estará más caliente.

Conclusión: El cuenco funciona atrapando el calor. Deja entrar la energía e impide que salgan los rayos infrarrojos que producen calor. En la atmósfera, el dióxido de carbono y otros gases actúan así

obtenido de
http://www.rinconsolidario.org/aire/Webs/exp1ei.htm



**Midiendo el efecto de los gases.**

Vamos a recrear tres ambientes en unas botellas de plástico. En dos de los ambientes vamos a introducir $CO_2$ obteniéndolo a través de la reacción del ácido acético (vinagre) con el bicarbonato de sodio. En cada una de la botellas vamos a producir cantidades diferentes de $CO_2$. La tercera botella la utilizaremos de blanco y no introduciremos $CO_2$.

Le pondremos un termómetro a cada botella a través del tapón de tal forma que no pueda salir ni entrar aire del exterior.

Después vamos a poner las botellas en el mismo lugar de tal manera que les dé el sol y tomaremos medidas periódicamente (si queremos acelerar el proceso las podemos someter a un foco de luz que emita calor).

**Analiza los datos obtenidos.**

Analiza los datos que has obtenido de cada una de las experiencias e intenta sacar conclusiones para contestar a Juan. Poned en común los resultados obtenidos en clase.

# cinco ¿QUIERES SABER MÁS SOBRE CIENCIA CIUDADANA?

*Representación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.*
*Imagen: Elyx, by YAK, virtual ambassador of the U.N.*

***Vigilantes del Aire es un ejemplo de proyecto de ciencia ciudadana.***

La **ciencia ciudadana** busca **acercarte a la ciencia haciéndote participar en el proceso de investigación**. Así, trabajando en un proyecto científico real, conocerás cómo opera la ciencia.

Además, participando en un proyecto de ciencia ciudadana, contribuyes a lograr los **Objetivos de Desarrollo Sostenible**, adoptados por los líderes mundiales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos.

Existen muchos proyectos de ciencia ciudadana con distintas temáticas. Puedes informarte sobre algunos de ellos a través de la web del Observatorios de ciencia ciudadana en España (https://ciencia-ciudadana.es/).



# seis PASATIEMPOS

## EL MENSAJE **SECRETO**

Acabas de recibir un mensaje secreto.
**¿Serás capaz de descifrarlo?**

L O S S V I G I L A A N T E S
D E O L A I D R I E I N V E S
T I L L G A A R N L A C A L I
D A E D D D E E L A I R E J X
I D P I W S F X D Q Q Q D C C
C P L F H V O J K J X X C F N
N A G I T S E V N I P L G M T
C L F G Z V I G I L A N T E S

--- ---------- --- ---- ----------
-- ------- --- ----

**AIRE**
**INVESTIGAN**
**CALIDAD**
**LOS**
**DEL**
**VIGILANTES**

## SOPA DE **LETRAS**

En la siguiente sopa de letras encontrarás seis palabras relacionadas con el tema que has trabajado en esta unidad, **¿serás capaz de encontrarlas?**

**AIRE**
**CIUDADANA**
**ATMÓSFERA**
**PARTÍCULAS**
**CIENCIA**
**VIGILANTES**

S C I U D A D A N A
A E K C Z I B X R Q
L J T R I R Q E T K
U R O N K E F K B O
C P Q E A S N B M Z
Í J F G Ó L H C D C
T F Q M H E I P I B
R W T E U I N G X A
A A S G A W T W I F
P I I H Z N O I P V

# siete ¡SEGURO QUE TE INTERESA!

***Calentamiento global. El efecto invernadero natural y artificial.***
https://youtu.be/xKJEthEGeYk

***Nasa Ciencia. Atmósfera de la tierra.***
https://spaceplace.nasa.gov/atmosphere/sp/

***Nasa Ciencia. ¿Vivir en un invernadero? ¡Sería terrible!***
https://spaceplace.nasa.gov/greenhouse/sp/

***UNESCO Etxea. Objetivos de Desarrollo Sostenible.***
https://youtu.be/gQBJfYlDOvA

***Universidad EAFIT. ¿Cómo se creó la atmósfera?***
http://www.eafit.edu.co/ninos/reddelaspreguntas/Paginas/como-se-creo-la-atmosfera.aspx

***Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recursos para los estudiantes.***
https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/student-resources

***Aragón Digital. Plantas de fresa para medir la calidad del aire de Zaragoza.***
https://www.aragondigital.es/2019/08/12/plantas-de-fresa-para-medir-la-calidad-del-aire-de-zaragoza/

***Tecpa. Las plantas y la contaminación atmosférica.***
https://www.tecpa.es/contaminacion-atmosferica-urbana-plantas/

# VIGILANTES DEL AIRE
# MATERIAL PARA EL ALUMNADO

## educación infantil

# Fresi visita la ciudad

*Érase una vez una planta de fresa que quería viajar y conocer la gran ciudad.*

*Sus amigos le dijeron que era peligroso, que donde mejor estaba era en esa aldea en la que había muchos árboles y plantas, y no llegaban los coches ni la polución.*

*- ¡Pero yo quiero conocer el mundo! - dijo Fresi.*

*-Sí, Fresi, pero tienes que tener en cuenta que lejos, en la ciudad, hay polución. Te puedes encontrar en un ambiente que tape tus hojas y te impida respirar - le explicaron sus amigos.*

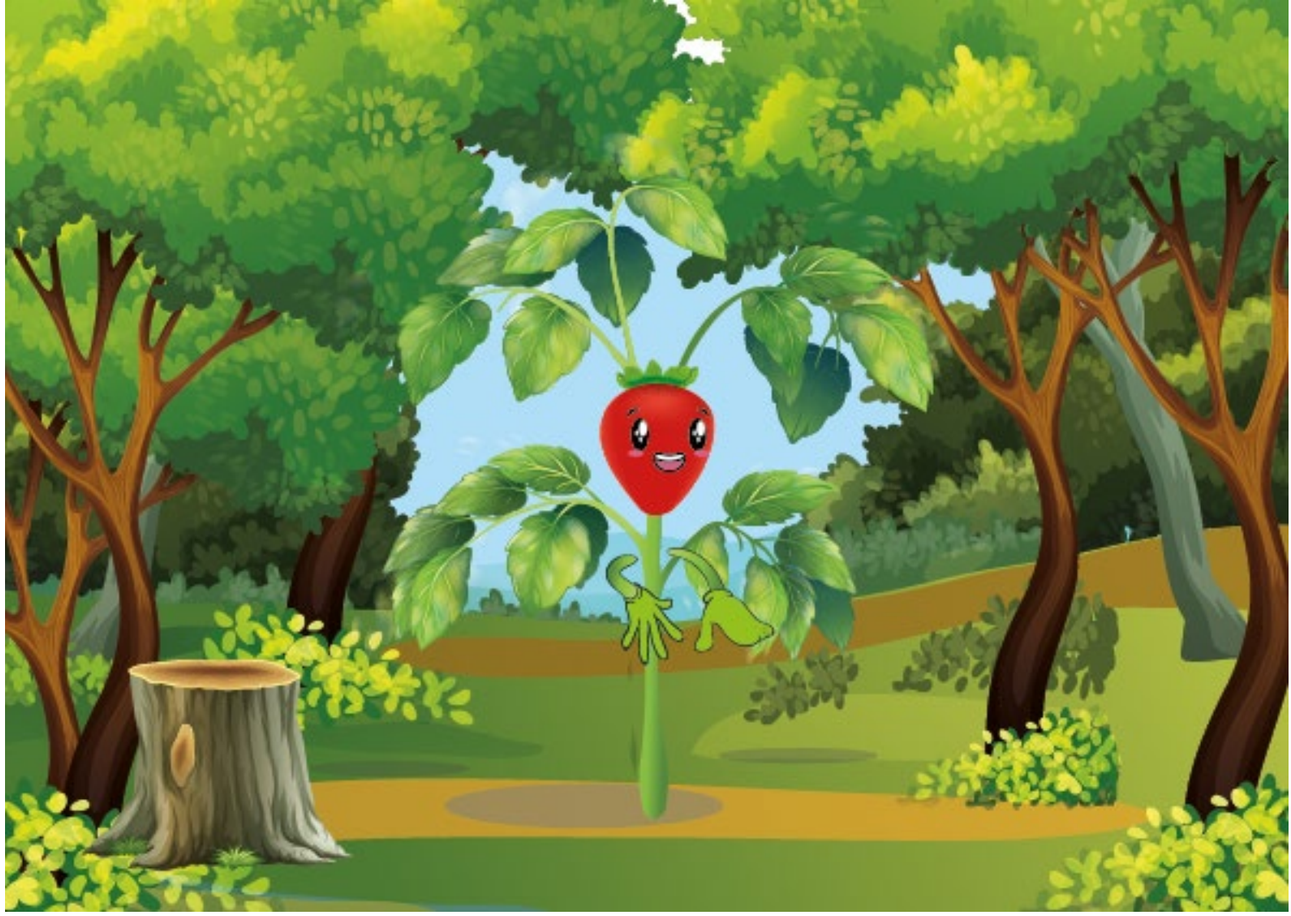
*- Yo cuidaré bien mis hojas, yo no tengo miedo a la polución – replicó Fresi.*

*- La polución es mala. Hay muchos lugares dónde no cuidan la atmósfera, y el aire que necesitamos te puede hacer enfermar gravemente – insistieron sus amigos.*

*Fresi no hizo caso a sus amigos. Al día siguiente se levantó pronto, preparó su mochila y se marchó a la ciudad.*

*Al entrar en la ciudad, mientras caminaba entre sus calles observaba enormes construcciones, edificios muy altos y pocos árboles y apenas zonas verdes como a las que ella estaba acostumbrada. Le llamó mucho la atención la gran cantidad de vehículos que había y que emitían muchos gases que, aunque a simple vista no veía, sentía en sus hojas.*





*Un día lo pasó muy mal. Todas sus hojas se habían recubierto de polvo. Fresi había atravesado una obra en la que había muchos camiones y excavadoras moviendo tierra de un lado para otro. Ese día tuvo que darse un baño muy largo y aun así no pudo sacar de alguna de sus hojas todo el polvo.*

*Poco a poco Fresi empezaba a comprender qué querían decir sus amigos, sobre todo cuando un día, con la intención de respirar mejor, subió a lo alto de un edificio, al más alto que se encontró.*

*¡Cuál fue su sorpresa al encontrarse con un montón de chimeneas que desprendían tanto humo que parecía que una nube enorme había tapado toda la ciudad!*

*Sin pensarlo más, Fresi cogió su mochila y emprendió la vuelta a su casa. Al llegar a casa, sus amigos vieron que su aspecto no era bueno, su tallo no estaba erguido, sus hojas estaban mustias, con un color verde poco intenso y con algunas manchas marrones. Fresi les contó todo lo que había vivido en la ciudad.*

*Enseguida llevaron a Fresi al médico. El doctor, tranquilizando, le dijo:*

*- Fresi, tenemos que cortarte unas hojas, las hojas más antiguas que tengas, las que más tiempo hayan estado contigo, y las tenemos que enviar al laboratorio para que las analicen. Solo así podremos saber qué te pasa.*
*Y así lo hicieron...*

*El doctor, después de ver los análisis, le dijo a Fresi:*
*- Deberás quedarte en la aldea con nosotros y respirar un aire limpio. Así te curarás. Además, recuerda que es importante ventilar tu casa cada día.*



*Fresi así lo hizo... y nunca quiso volver a la ciudad hasta que el aire no estuviera más limpio.*

*Cuando Fresi mejoró, y volvió al colegio, contó en la asamblea, a todos sus compañeros y compañeras, la experiencia vivida, para que todos se dieran cuenta de lo importante que es el aire que respiramos.*

# Actividades

## Preguntas para la Asamblea

*¿Qué cosas creéis que pueden ensuciar el aire?*

*¿Y cómo pensáis que es el aire que respiramos nosotros?*

*¿Y qué se podría hacer para que el aire que respiramos fuera más limpio?*

**Pinta** *cómo te imaginas el cielo de la aldea de Fresi y el cielo de la ciudad que visitó. Explica a tus compañeros por qué lo has pintado así.*

**Dibuja y Pinta** *cómo te imaginas a Fresi antes y después de visitar la ciudad. Selecciona algunos de los dibujos que han hecho tus estudiantes y envíanoslos a info@ibercivis.es, estaremos encantados de verlos.*

# Experimento: ¿Cómo de limpio está...?

*Vamos a realizar dos pequeños experimentos para comprender cómo en el aire se depositan partículas que lo contaminan.*

## Vamos a construir unas tiras defectoras de polución.

*- Recortad unas tiras de cartulina blanca.*

*- Untad con vaselina una cara de las tiras.*

*- Elegid varios lugares al aire libre dónde queráis analizar la polución.*

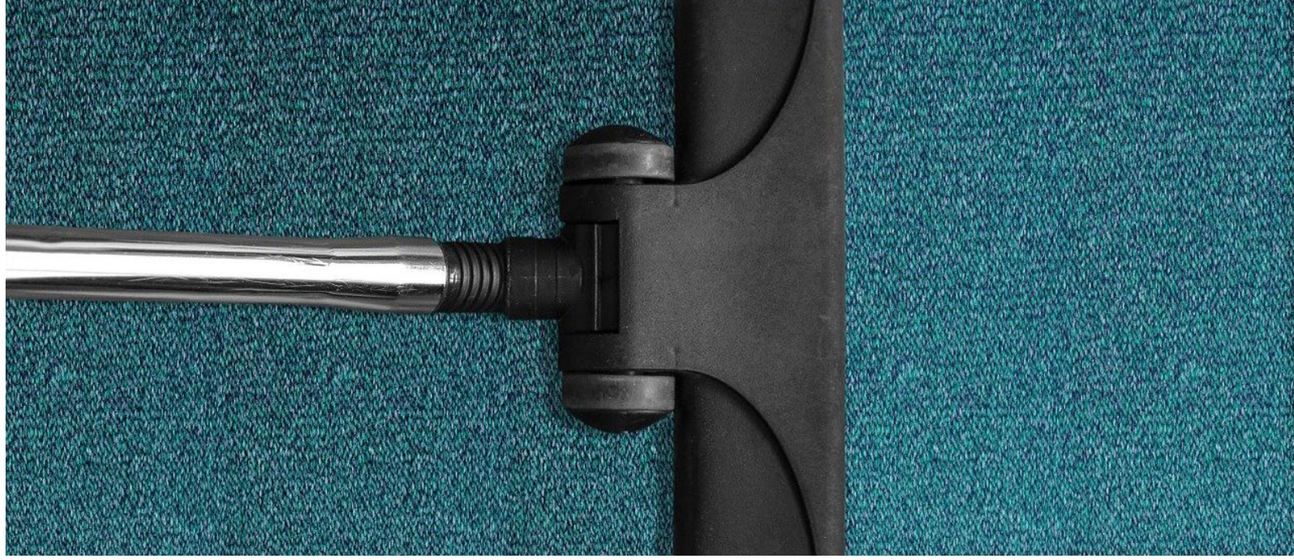
*- Colocad algunas de las tiras en esos lugares.*

*- Colocad el resto de tiras en el interior (en el aula, tu casa...)*

*- Pasadas dos semanas, id a recoger todas las tiras detectoras de polución. Acordaos de anotar de qué lugar era cada tira.*

*- Observad con lupas los resultados y sacad las conclusiones.*





# El filtro de la aspiradora

*Todos tenemos una aspiradora en casa para recoger las migas de pan que se nos caen al suelo... pero, ¿sabéis cómo funciona? Exacto. Las aspiradoras, como su nombre indica, aspiran las partículas que están sobre el suelo.*

*Pero..., ¿solo sobre el suelo? Vamos a probar un experimento. Vamos a utilizar una aspiradora como filtro de aire. Es decir, vamos a aspirar el aire.*

*De esta manera observaremos si el aire que respiramos está limpio.*

*Traemos una aspiradora, a ser posible sin cable, observamos el filtro y le hacemos una foto.*

*Paseamos por el patio aspirando el aire. Esta acción la podemos hacer durante varios días, a cada grupo le toca un día en el recreo. Cada día extraemos el filtro y le hacemos una foto.*

*Pasados unos días el profesor realiza un montaje con todas las fotos y las muestra en asamblea a los alumnos.*

*Para contrastar se pueden realizar diferentes acciones en entornos que se consideran más contaminados y explicárselo a los alumnos.*

# Objetivo: Aire Limpio

## Queremos que Fresi pueda visitar nuestra ciudad

*Los niños quieren que Fresi pueda visitar su ciudad, por eso junto con los padres, los niños y niñas tendrán que traer tres imágenes que colocaremos agrupadas en un mural.*

*- La primera de algún punto de la ciudad donde pueda producirse un aumento de la contaminación del aire.*

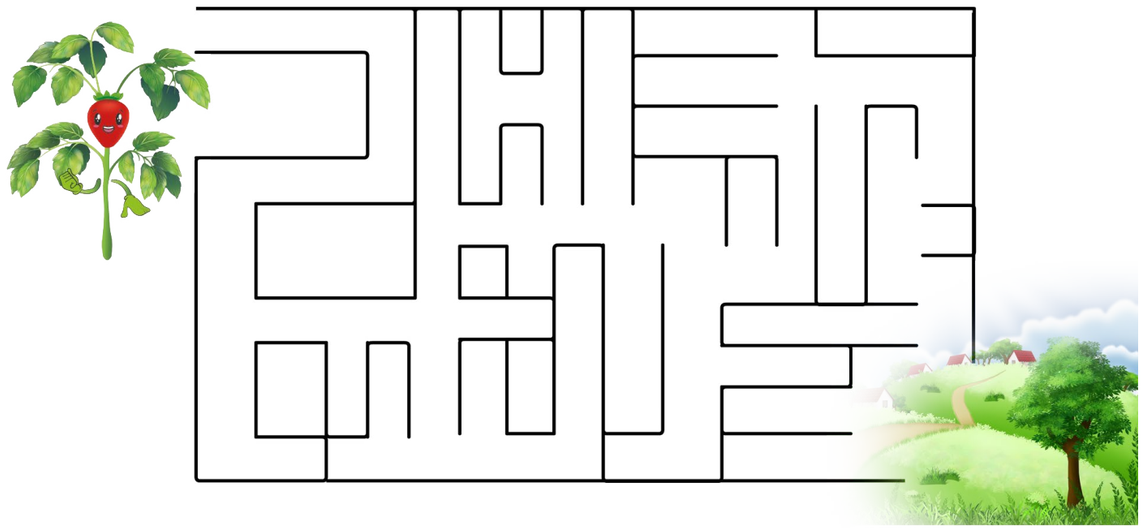
*- La segunda de algo que hacen ellos que pueda agravar la contaminación atmosférica.*

*- La tercera, una imagen que represente un compromiso para mejorar un hábito para evitar la polución.*



# ¡Encuentra el camino!

*Fresi se ha despistado un poco, ¿sabrías tú indicar el camino que debe seguir para llegar a casa?*



# Actividad complementaria

*Aquí encontrarás otro cuento para profundizar y entender mejor la atmósfera:*

*https://www.aemet.es/documentos/es/conocermas/meteoeduca/cuentos_infantiles/Atmosfera.pdf*

# REFERENCIAS


**Wikipedia. Aire.**
https://es.wikipedia.org/wiki/Aire

**Wikipedia. Contaminación atmosférica.**
https://es.wikipedia.org/wiki/Contaminaci%C3%B3n_atmosf%C3%A9rica

**Público. Ozono, el contaminante más extendido y fuera de control.**
https://www.publico.es/sociedad/contaminacion-ozono-contaminante-extendido-fuera-control.html

**Wikipedia. Atmósfera terrestre.**
https://es.wikipedia.org/wiki/Atm%C3%B3sfera_terrestre

**Capasdelatierra.org. Atmósfera.**
https://www.capasdelatierra.org/atmosfera/

**OMS. Efectos de la contaminación atmosférica sobre la salud.**
https://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/health_impacts/es/

**El aire que respiramos.**
http://www.rinconsolidario.org/aire/

**La Vanguardia. Sin contaminación, los niños que nacen ahora tendrían 20 meses más de vida.**
https://www.lavanguardia.com/atural/20190403/461443342647/informe-estado-calidad-aire-contaminacion-atmosferica-esperanza-vida.html

**Naciones Unidas. Objetivos de Desarrollo Sostenible.**
https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

**Higiene Ambiental. Guías de la OMS sobre calidad del aire interior.**
https://higieneambiental.com/calidad-de-aire-interior/guias-de-la-oms-sobre-calidad-del-aire-interior

**OCDE (2013). PISA 2015. Draft Science Framework. Recuperado de**
http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft PISA 2015 Science Framework .pdf

**Serrano Sanz, F., Holocher-Ertl, T., Kieslinger, B., Sanz-García F. y Silva, G. (2014). White Paper on citizen science for Europe. Socientize consortium.**

**Contaminantes y su dispersión. Gobierno de Aragón.**
http://www.aragonaire.es/moreinfo.php?n_action=pollutants&item=9

**Salud y metales pesados. Gobierno de La Rioja.**
https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/calidad-aire-cambio-climatico/calidad-aire/red-biomonitarizacion-metales-pesados-rioja/salud-metales-pesados

**OMS. Calidad del aire y salud.**
https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health

**OMS. Nueve de cada diez personas de todo el mundo respiran aire contaminado.**
https://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action

**OMS. La OMS publica estimaciones nacionales sobre la exposición a la contaminación del aire y sus repercusiones para la salud.**
https://www.who.int/es/news-room/detail/27-09-2016-who-releases-country-estimates-on-air-pollution-exposure-and-health-impact

**Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía.**
**Calidad del aire interior.**
https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824


# CRÉDITOS DE LAS IMÁGENES

**Plantas químicas y fábricas:**
https://pixabay.com/es/photos/industria-qu%C3%ADmica-f%C3%A1brica-basf-3068200/.

**Centrales Térmicas:**
http://www.fotolibre.org/displayimage.php?pid=1820

**Medios de transporte:**
https://pixabay.com/es/photos/tr%C3%A1fico-atasco-veh%C3%ADculos-carretera-3460563/

**Sistemas de calefacción doméstico:**
https://pixabay.com/es/photos/humo-trompeta-frost-ciudad-4006710/

**Contaminación del aire:**
https://pixabay.com/es/illustrations/contaminaci%C3%B3n-del-aire-3409934/

**Pasatiempos:**
http://puzzlemaker.discoveryeducation.com

**Niña científica:**
https://publicdomainvectors.org/es/vectoriales-gratuitas/Chica-de-ciencia/47037.html

**Laberinto Infantil:**
https://pixabay.com/es/illustrations/laberinto-actividades-para-ni%C3%B1os-1878399/

**Campo:**
https://pixabay.com/es/illustrations/verano-de-fondo-campo-prado-flores-3529743/

**Fresi. Imágenes realizadas por Nacho Ramos para Vigilantes del Aire.**

**Otras imágenes:**
https://pixabay.com/es/photos/humo-f%C3%A1brica-poluci%C3%B3n-industria-1580460/

https://pixabay.com/es/photos/qu%C3%ADmica-f%C3%A1brica-fumar-chimeneas-3970736/

https://pixabay.com/es/photos/kids-ni%C3%B1a-l%C3%A1piz-dibujo-port%C3%A1til-1093758/

https://pixabay.com/es/photos/industriales-chimenea-f%C3%A1brica-1221885/

https://pixabay.com/es/photos/londres-westminster-puente-calle-3930011/

https://pixabay.com/es/vectors/espa%C3%B1a-mapa-pa%C3%ADs-europeo-provincia-23531/

https://pixabay.com/es/photos/l%C3%A1pices-de-colores-1445053/

https://pixabay.com/es/photos/concepto-documento-enfoque-carta-18290/

https://pixabay.com/es/photos/la-escuela-de-la-huelga-de-4-clima-4059178/

https://pixabay.com/es/photos/paisaje-cambio-clima-naturaleza-4684217/

https://pixabay.com/es/photos/azul-cielo-combinar-nubes-mullido-2906525/

# UNIDAD DIDÁCTICA VIGILANTES DEL AIRE

# CIENCIA CIUDADANA PARA MONITORIZAR LA CALIDAD DEL AIRE

https://vigilantesdelaire.ibercivis.es