

## PROPUESTA DE TALLER DE EDUCACIÓN AMBIENTAL: LLUVIA ÁCIDA

### *Proposal of workshop of environmental education: acid rain*

*M<sup>a</sup> Dolores López Carrillo y Samuel Cano Martil (\*)*

#### **RESUMEN**

*Como responsables de la formación o educación de los jóvenes creemos que ésta debe ser integral y, en consecuencia trabajar entre otros contenidos los relacionados con la formación ambiental. Ello será útil no solo para concienciar al educando del problema, sino de asumir responsabilidades sobre el impacto que suponen ciertas acciones humanas en nuestro entorno. Igualmente, deben conocer que los efectos de las mismas pueden repercutir a nivel global y, no solo en nuestro entorno más próximo.*

*En el taller que proponemos acercamos a los jóvenes la problemática ambiental de la contaminación atmosférica, evidenciando sus consecuencias a través de la investigación en el laboratorio. ¿Qué es la lluvia ácida?, ¿cómo se genera la lluvia ácida?, son dos de las preguntas que ellos deben resolver por medio de la experimentación. Esta propuesta trata de generar en el alumnado un aumento de sus conocimientos sobre este problema y de su sensibilidad ambiental para tratar de resolverlo.*

#### **ABSTRACT**

*As teachers we consider that education should be comprehensive, and should consequently work, among other contents, the ones related to the environmental formation. It will be useful not only to make students aware of the problem, but also to take responsibilities on the environmental impact caused by certain human actions. Also, they must know that the consequences could have highly negative effects at global level and, not only at local level.*

*In this workshop we approached the young people the environmental problematic of the atmospheric contamination, demonstrating its consequences through the investigation in the laboratory. What is acid rain? or How acid rain is generated?, they are two of the questions that they must solve through the experimentation. This proposal tries to generate in the pupils an increase of its knowledge on this problem and their environmental sensitivity to try to solve it.*

**Palabras clave:** *Educación Ambiental, lluvia ácida, recursos educativos.*

**Keywords:** *Environmental education, acid rain, educational resources.*

#### **JUSTIFICACIÓN**

Uno de los grandes problemas ambientales es la contaminación atmosférica y como consecuencia de ésta, la formación de la lluvia ácida. Ésta se debe a la existencia en la atmósfera de óxidos de azufre y de nitrógeno. Aunque estos están presentes en la misma de forma natural, debe destacarse que más del 90% de dichos gases son producidos por diferentes acciones humanas como el uso del carbón en la producción de la electricidad, de la fundición y de la combustión en los vehículos.

Los óxidos mencionados ya en la atmósfera, pueden convertirse químicamente en contaminantes como el ácido nítrico y el ácido sulfúrico que se disuelven fácilmente en el agua acidificándolas. Las gotitas de agua ácida resultantes pueden ser transportadas a grandes distancias por los vientos, y regresan a la Tierra como lluvia ácida, nieve o niebla. En consecuencia, la lluvia ácida representa una

cuestión de gran interés ambiental y económico; aprovechando este interés se propone una serie de experiencias para trabajar en el laboratorio de forma fácil y dinámica con los alumnos.

En este trabajo se pretende mostrar al profesorado de secundaria recursos a través de la investigación-acción para la resolución de problemas ambientales. La investigación-acción se centra en la posibilidad de aplicar categorías científicas para la comprensión y mejoramiento de la organización, partiendo del trabajo colaborativo, colaborando en el análisis de las acciones humanas y situaciones sociales que pueden ser inaceptables en algunos aspectos y susceptibles de cambio y que por tanto requieren respuestas (Castro *et al.*, 2005).

La educación o concienciación ambiental debe trabajarse en todas las etapas educativas. Por ello, proponemos unos talleres experimentales sobre educación ambiental, dirigidos, principalmente, a

(\*) Departamento de Didácticas Específicas. Escuela Universitaria Cardenal Cisneros (UAH). Avda. Jesuitas nº 34. Alcalá de Henares (28806), Madrid, [lola.lopez@cardenalcisneros.com](mailto:lola.lopez@cardenalcisneros.com); [samuel.cano@cardenalcisneros.com](mailto:samuel.cano@cardenalcisneros.com).

jóvenes de educación secundaria. La educación en la ciencia para la acción como es la educación ambiental, y para la relevancia social, tiene como objetivo ayudar a formar futuros ciudadanos para la acción y considera a los adolescentes como ciudadanos que tendrán su lugar en la sociedad (Membriela, 2002). Se han publicado extensas revisiones sobre los trabajos prácticos, enfocados a la educación ambiental a través de la experimentación y al igual que otros autores (Izquierdo *et al.*, 1999), creemos necesario continuar defendiendo la importancia de estas prácticas experimentales.

El tiempo empleado para los mismos será de una hora y media aproximadamente. Para la realización de los mismos debemos tener en cuenta la diversidad de los educandos y la necesidad en cada caso de adaptar nuestra propuesta a las necesidades de los mismos (aunque la propuesta se dirige a alumnos de niveles educativos medios, se podrían realizar adaptaciones para niveles educativos inferiores y superiores).

Las diferentes actividades contarán con unas premisas previas con el objetivo de un desarrollo óptimo de la propuesta; éstas se enumeran a continuación:

- Motivar a los alumnos desde un principio para llevar a cabo la experiencia educativa propuesta.
- Los conocimientos previos antes de desarrollar la actividad, atenderán tanto a contenidos como a la utilización del material.
- El vocabulario empleado tendrá que adaptarse a los participantes, de tal manera, que estos comprendan en qué van a consistir las diferentes actividades a realizar en los talleres.
- Antes de comenzar la puesta en práctica de los diferentes talleres, deberán ser orientados en cuanto a ciertas normas para utilizar tanto los diferentes materiales como el proceso que se va a seguir en las diferentes actividades.

## INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

Se entiende por contaminación atmosférica, la presencia en el aire de sustancias y formas de energía que alteran la calidad del mismo, de modo que implique riesgos, daño o molestia grave para las personas y bienes de cualquier naturaleza.

De esta definición, se desprende que el que una sustancia sea considerada contaminante o no dependerá de los efectos que produzca sobre los seres vivos y su entorno. Se consideran contaminantes aquellas sustancias que pueden dar lugar a riesgo o daño, para las personas o sus bienes en determinadas circunstancias.

Todas las actividades humanas, el metabolismo de los seres vivos, los fenómenos naturales... que se producen en la superficie o en el interior de la tierra suponen la incorporación o emisión de sólidos, gases, vapores, aerosoles, etc. Estos, al contac-

to con la superficie terrestre o difundirse a la atmósfera, se integran en los distintos ciclos biogeoquímicos que se desarrollan en nuestro planeta.

No obstante, aunque los contaminantes producidos de forma natural (Tabla 1) están presentes en grandes cantidades en el ambiente, son los producidos de las actividades humanas (contaminantes antropogénicos) los que representan mayores peligros, entre otros factores por la amenaza que supone su presencia a largo plazo en la biosfera.

| Contaminantes naturales del aire |  |
|----------------------------------|--|
| Fuente                           | Contaminantes  |
| Volcanes                         | Óxidos de azufre, partículas   |
| Fuegos forestales                | Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas |
| Vendavales                       | Polvo  |
| Plantas (vivas)                  | Hidrocarburos, polen   |
| Plantas (en descomposición)      | Metano, sulfuro de hidrógeno   |
| Suelo                            | Virus, polvo   |
| Mar                              | Partículas de sal  |

Tabla 1: Contaminantes atmosféricos y sus fuentes.

Los objetivos del taller son varios; a continuación se exponen los esenciales:

- Conocer los conceptos de ácido, base y pH.
- Distinguir la presencia de sustancias ácidas utilizando indicadores de pH que varían su color.
- Identificar las principales causas que intervienen y dan origen a la lluvia ácida.
- Reconocer el origen de la lluvia ácida como resultado de las reacciones químicas que ocurren en la atmósfera entre el agua y los contaminantes presentes en la misma.
- Valorar las consecuencias de las acciones propias en la conservación del medio ambiente, incluso en entornos alejados del nuestro.
- Explicar algunas reacciones químicas que tienen lugar en el medio ambiente y que pueden deteriorarlo.
- Aumentar la sensibilización ambiental, respecto a este problema.
- Afianzar el pensamiento causal y creativo para el análisis de problemas ambientales.
- Estimular la curiosidad, el rigor y la observación controlada en el estudio de esta problemática.

## FUNDAMENTOS TEÓRICOS: CONCEPTOS BÁSICOS.

Para entender como se origina la lluvia ácida los jóvenes deben conocer previamente el ciclo del agua debido a que su formación está implícita en el mismo.

En la Tierra, podemos encontrar el agua en tres estados diferentes: sólido (hielo, nieve), líquido y gas (vapor de agua). Océanos, ríos, nubes y lluvia están en constante cambio: el agua de la superficie se evapora, el agua de las nubes precipita, la lluvia se filtra por la tierra, etc. Sin embargo, la cantidad total de agua en el planeta no cambia. La circulación y conservación de agua en la Tierra se llama ciclo hidrológico, o ciclo del agua (Fig. 1).

Podemos iniciar y recorrer el ciclo del agua empezando por cualquier punto, por ejemplo, cuando las nubes descargan sobre la Tierra el agua que tienen acumulada. El agua que hay en las nubes cae en forma de lluvia, precipitación, sobre la superficie terrestre, si en la atmósfera hace mucho frío, lo hace en forma sólida, es decir, como nieve o granizo. Si es más cálida, caerá en forma líquida como gotas de lluvia.

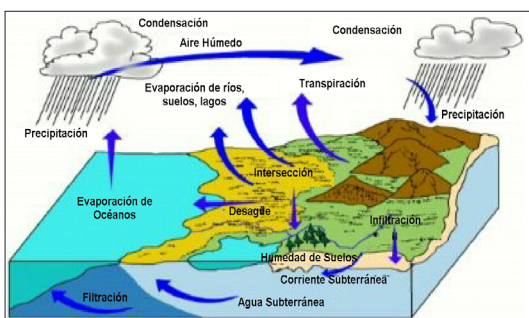


Fig. 1. Representación gráfica del ciclo del agua. Modificado de: <http://www.meteored.com>.

Tras la precipitación una parte del agua que llega a la tierra será aprovechada por los seres vivos; otra parte irá a parar por escorrentía a lagos, ríos y estos la llevan al mar y otra parte se filtrará y pasará a formar parte de los acuíferos. El agua de lagos, ríos, y sobre todo, de mares y de océanos, se evapora por el calor del Sol. Entonces el agua líquida pasa a vapor de agua, que se va enfriando al subir a grandes alturas. Otra gran parte del agua se evaporará por transpiración de los seres vivos, esencialmente vegetales. Al enfriarse el vapor de agua se condensa y forma las nubes. Las gotitas de agua de las nubes se van haciendo grandes, hasta que vuelven a caer sobre la Tierra en forma de lluvia, nieve o granizo. Y de nuevo el ciclo del agua vuelve a empezar.

La lluvia normalmente presenta un pH de aproximadamente 5.6 (ligeramente ácido) debido a la presencia del  $\text{CO}_2$  atmosférico, que forma ácido carbónico,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . Se considera lluvia ácida si presenta un pH de menos de 5 y puede alcanzar el pH del vinagre, pH 3. Estos valores de

pH se alcanzan por la presencia de ácidos como el ácido sulfúrico,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , y el ácido nítrico,  $\text{HNO}_3$ .

Estos ácidos se forman cuando la humedad (el agua) presente en el aire se combina con el monóxido de nitrógeno,  $\text{NO}$ , y el dióxido de azufre,  $\text{SO}_2$ . Lo que ocurre es que ciertos componentes presentes en los gases emitidos por fábricas que queman carbón (p.e. industria metalúrgica), de la quema o combustión de productos derivados del petróleo (p.e. vehículos motorizados) reaccionan con el agua de la atmósfera y precipita originando la lluvia ácida.

Cuando estos ácidos caen a la tierra acompañando a las precipitaciones, dan lugar a la lluvia ácida. Dichas precipitaciones provocan importantes perjuicios no solo al ambiente sino a los seres vivos que en él habitan.

La lluvia ácida provoca graves efectos ambientales:

- Acidifica las aguas de lagos, ríos y mares dificultando el desarrollo de vida acuática en los mismos. Con ello, el número de ejemplares de una especie o de un grupo de especies cambia en respuesta a la acidificación y, el ecosistema puede resultar afectado por la relación presa-depredador de la red de alimentación. Según aumenta la acidez, más y más especies de plantas y animales declinan o desaparecen.
- Afecta directamente a la vegetación, produciendo daños importantes en las zonas forestales.
- Acidifica el suelo haciéndolo infértil para su aprovechamiento agrícola y el crecimiento de la vegetación.
- Por su carácter corrosivo, ataca a las construcciones y las infraestructuras. Puede disolver, por ejemplo, el carbonato de calcio,  $\text{CaCO}_3$ , afectando de esta forma a los monumentos y edificaciones construidas con mármol o caliza.
- Contaminación de acuíferos.

Entre las medidas que se pueden tomar para reducir la emisión de los contaminantes precursores de este problema se encuentran:

- Reducir el nivel máximo de azufre en diferentes combustibles.
- Adaptación de refinerías.
- Impulsar el uso de gas natural en diversas industrias.
- Que los vehículos transportes (urbanos, mercancías) y de servicios no utilicen combustibles fósiles.
- Ampliar las redes de transporte que empleen electricidad.
- Instalar equipos de control de emisiones de gases contaminantes.

## DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Respecto al procedimiento y desarrollo de las actividades, el contenido del taller se desarrollará en varias partes, en primer lugar comenzaremos con una breve exposición de los contenidos a trabajar en los talleres. Para ello se representa, a continuación, de forma esquemática estos contenidos teniendo en cuenta tanto los conceptos como las actitudes a desarrollar.

|                   |                       |   |
|-------------------|-----------------------|---|
| <b>Contenidos</b> | <u>Conceptuales</u>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ciclo del agua (nubes, agua, sol).</li> <li>- Contaminantes atmosféricos.</li> <li>- pH.</li> <li>- Lluvia ácida.</li> </ul>   |
|                   | <u>Actitudinales:</u> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Iniciativa e interés por desarrollar el trabajo en grupo.</li> <li>- Curiosidad por conocer los efectos de la lluvia ácida.</li> <li>- Valorar los efectos negativos de productos contaminantes.</li> <li>- Apreciación del valor que tiene el uso de productos no contaminantes.</li> <li>- Necesidad de verificar los hechos.</li> <li>- Prudencia ante el uso de productos contaminantes.</li> <li>- Mejora del desarrollo de la flexibilidad mental.</li> <li>- Cuidado de los instrumentos y materiales utilizados.</li> <li>- Curiosidad por verificar los hechos.</li> <li>- Interiorización y asimilación de los contenidos propuestos.</li> </ul> |

Tabla 2. Listado de contenidos de las actividades propuestas para el estudio de los contaminantes atmosféricos.

En segundo lugar, se propone un experimento a partir del caldo de lombarda el cual usaremos como indicador de pH (peachímetro) para comprobar como cambia de color ante una sustancia u otra. Las propiedades del caldo de lombarda nos permiten usar éste como indicador casero; esto es debido a las antocianinas, pigmentos presentes en algunos vegetales. Cuando usamos el extracto de una verdura como la lombarda, obtenemos un indicador de amplio espectro, lo que quiere decir que es capaz de indicar el pH desde pH=1 hasta pH=12, variando su color del rojo al verde, cosa que complica su uso en hidroponía ya que el cambio de color es significativo si comparamos líquidos con una diferencia de pH de por lo menos 2 puntos. Como consecuencia es difícil precisar un pH de de 5.5 ó 6.5. Se ha comprobado experimentalmente

que la variación del color de éste está directamente relacionada con el viraje de color en los papeles indicadores, habitualmente utilizados en el laboratorio.

Se puede considerar el pH del caldo como neutro, a partir de aquí se va añadiendo a partes iguales distintas disoluciones para ver el efecto en el color, indicándonos de esta manera el grado de acidez de los distintos reactivos que vamos a utilizar para la experiencia.

Para el peachímetro natural se procede a cocer la lombarda en agua y el caldo obtenido será nuestro indicador. Se colocará una determinada cantidad (5 ml) de este caldo en cada uno de los 5 tubos de ensayo (si es necesario se colará el caldo con papel de filtro). En cada tubo se vierten distintas disoluciones (20 ml) para comprobar el grado de acidez de los mismos. Para que el efecto sea más espectacular se utilizarán disoluciones al 10% de ácido nítrico, vinagre y ácido sulfúrico (para el caso de los ácidos) y jabón natural y hidróxido sódico (para el caso de las bases). Se deja como control el caldo de lombarda con 20 ml de agua destilada. Después se observará el color obtenido en cada una de las mezclas (Figs. 2 y 3).

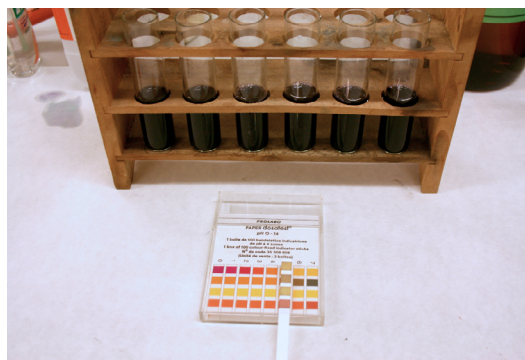


Fig. 2. Preparación de la experiencia. Tubos con el indicador (caldo de lombarda), se muestra el pH del caldo de lombarda pH= 7.



Como resultado resumido, en el caso de los ácidos el color virará a rojo más o menos intenso, mientras que en el caso de las bases la viración será hacia la gama de los verdes. El azul-violeta será el color que corresponderá al neutro. Por último se muestran los colores obtenidos después de las reacciones (Fig. 3), para repasar los conceptos de pH, acidez, basicidad, neutralidad...



Fig. 3. Tubos de ensayo con el resultado de la experiencia. Se ve como el color rojo corresponde a las disoluciones de ácido, y el verde a las de bases. En el centro el tubo control, con agua destilada de color azul-violeta.

En tercer lugar y una vez que el concepto amplio de pH ha quedado claro, se procederá a realizar lluvia de forma experimental en el laboratorio, para explicar el ciclo del agua y a partir de él comprender la formación de la lluvia ácida. Para ello se coloca sobre una mesa una caja que contenga plantas (con la intención de ver los efectos de la lluvia



Fig. 4. Preparación de la tercera parte del taller, formación de lluvia ácida. Comprobación "in situ" de la acidez del agua precipitada en laboratorio.

ácida en las mismas). A 35 ó 40 cm. por encima de esta caja se coloca una bandeja de metal sostenida por un soporte. Sobre ella, se ponen los trozos de hielo para enfriar la placa. Se llena un recipiente (o varios, dependiendo de la altura de la bandeja) con agua y ácido al 20%, y se pone a hervir.

Cuando el agua esté hirviendo, se colocará de tal modo que el vapor emergente llegue a la parte inferior de la bandeja (Fig. 4a). Podemos comprobar como al condensarse el vapor en la superficie de la bandeja y caer esta precipitación ya es ácida (Fig. 4b).

Las moléculas necesitan de una superficie para condensarse (Fig. 5). Para ello, utilizan partículas arrastradas por el viento o que flotan en la atmósfera. La bandeja con hielos representa las capas elevadas de la atmósfera y también proporciona una superficie en la cual el vapor puede condensarse. Cuando se unen varias gotas de agua (se condensa), el peso las hace caer en forma de lluvia; esto es lo que sucede bajo la bandeja: las gotas se juntan y llueve sobre las plantas.

## CONCLUSIONES

Tal y como se desprende de la introducción y del desarrollo de la propuesta, se trata de llevar a la vida cotidiana de los jóvenes problemáticas tan graves como la contaminación atmosférica y la lluvia ácida, y despertar de forma curiosa la sensibilidad ambiental de cada uno de los jóvenes de hoy en día, para que en el futuro puedan aportar soluciones a los problemas asignados al paso del hombre por la Tierra.

Se ofrece una visión sencilla y cercana del problema y sus causas, así como de sus posibles soluciones. Las experiencias de laboratorio permiten que el alumno trabaje en grupo, lo que le lleva a sumergirse en la problemática del proceso de investigación, siendo éste un aspecto sumamente esencial en la formación de los alumnos.

Como aclaración tan sólo remarcar que la experiencia se puede llevar a cabo durante una o dos semanas para ver el efecto de la lluvia ácida de una forma más evidente sobre las plantas-objeto de la investigación.



Fig. 5. Condensación del vapor de agua en el techo de la bandeja de la experiencia.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos mencionar de forma especial en este apartado a las alumnas de 3º de Magisterio de la Escuela Universitaria Cardenal Cisneros por su implicación y dedicación en la propuesta del taller. Muchas gracias a: Isabel Alcalá Marqueta, M<sup>a</sup> del Carmen Cordero Nieto, Delia Fernández Cabrera, M<sup>a</sup> del Mar García González, M<sup>a</sup> del Valle Gómez Díaz-Regañón, Raquel Martínez Morte, Alexandra Oropesa Fernández y Olga M<sup>a</sup> Sotodosos Echevarría.

## BIBLIOGRAFÍA

Castro Guío, M<sup>a</sup> D. y García Ruiz, A. (2005). Investigación-acción en la enseñanza de problemas ambientales en secundaria: La lluvia ácida. *Enseñanza de las Ciencias*, n<sup>o</sup> extra, VII Congreso.

Izquierdo, M., Sanmarti, N. y Espinet, M. (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 54-60.

Membiela, P. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 443-450.

| <b>Anexo I - Taller de Educación Ambiental</b> |  |
|--|--|
| Título del taller:                             | <b>¿QUÉ PASA SI CAMBIA EL COLOR...?</b>  |
| Profesores coordinadores:                      | Dra. M <sup>a</sup> Dolores López Carrillo y Dr. Samuel Cano Martil  |
| Alumnos responsables : del taller              | Isabel Alcalá Marqueta, M <sup>a</sup> del Carmen Cordero Nieto, Delia Fernández Cabrera, M <sup>a</sup> del Mar García González, M <sup>a</sup> del Valle Gómez Díaz-Regañón, Raquel Martínez Morte, Alexandra Oropesa Fernández y Olga M <sup>a</sup> Sotodosos Echevarría.  |
| Descripción del taller:                        |  |
| Tipo de actividad:                             | Está pensada para realizarse en pequeños grupos de unos 7 alumnos.   |
| Edad a la que va dirigida:                     | Alumnos de E.S.O.  |
| Duración:                                      | La sesión completa tiene una duración aproximada de una hora.  |
| Monitores:                                     | Por cada grupo de niños un maestro.  |
| Objetivos:                                     | <ul style="list-style-type: none"><li>• Simular experimentos científicos.</li><li>• Propiciar actitudes positivas para el conocimiento específico de la problemática de la lluvia ácida.</li><li>• Participar activamente en el taller potenciando la colaboración de los alumnos.</li><li>• Concienciar a los alumnos de la conservación del medio ambiente.</li><li>• Distinguir la presencia de sustancias ácidas utilizando indicadores de pH que varían su color.</li></ul> |
| Espacio necesario:                             | Laboratorio o espacio habilitado (con los materiales necesarios) para realizar la actividad.   |
| Material necesario:                            | Cañón<br>Ordenador   |
| Material del taller:                           | Agua<br>Peachímetro natural (caldo de lombarda)<br>Papel de filtro<br>1 embudo de vidrio<br>5 tubos de ensayo<br>Tabla de indicadores de pH<br>Ácido sulfúrico y ácido nítrico<br>Distintas mezclas (agua con vinagre, agua con jabón...)  |
| Descripción:                                   | Previamente se prepara el peachímetro natural (cociendo agua con lombarda en un vaso de precipitado). El caldo obtenido (peachímetro) de la cocción se vierte en los tubos de ensayo con ayuda de papel de filtro. En cada vaso se vierten distintos líquidos para comprobar el grado de acidez de los mismos. Después los alumnos observarán el color obtenido en cada una de las mezclas.  |
| Observaciones:                                 | El objetivo del taller es acercar a los alumnos la problemática de la lluvia ácida mostrándoles cómo algunas sustancias de su entorno reaccionan (cambio de color) según su grado de acidez. Advertir el peligro del manejo de los ácidos en el laboratorio.   |

[http://ingenieria.uaslp.mx/Recursos/Animaciones/lluvia\\_acida.swf](http://ingenieria.uaslp.mx/Recursos/Animaciones/lluvia_acida.swf)

[http://www.unizar.es/actividades\\_fq/lluvia\\_acida/actividad.pdf](http://www.unizar.es/actividades_fq/lluvia_acida/actividad.pdf)

<http://www.unescoeh.org/ext/manual/html/atmosfera2.html>

[http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni\\_orales/3\\_Relacion\\_invest/3\\_2/castro\\_362.pdf](http://ensciencias.uab.es/webblues/www/congres2005/material/comuni_orales/3_Relacion_invest/3_2/castro_362.pdf)

<http://www.explora.cl/otros/agua/ciclo2.html>

<http://www.meteored.com/ram/numero10/images/3Ciclodelagua.jpg>

[http://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia\\_%C3%Acida](http://es.wikipedia.org/wiki/Lluvia_%C3%Acida) ■

*Fecha de recepción del original: 30 abril 2008.*

*Fecha de aceptación definitiva: 19 mayo 2008.*

| <b>Anexo II - Taller de Educación Ambiental</b> |   |
|---|---|
| Título del taller:                              | <b>¿CÓMO SE FORMA LA LLUVIA ÁCIDA?</b>  |
| Profesores coordinadores:                       | Dra. M <sup>a</sup> Dolores López Carrillo y Dr. Samuel Cano Martil   |
| Alumnos responsables del taller:                | Isabel Alcalá Marqueta, M <sup>a</sup> del Carmen Cordero Nieto, Delia Fernández Cabrera, M <sup>a</sup> del Mar García González, M <sup>a</sup> del Valle Gómez Díaz-Regañón, Raquel Martínez Morte, Alexandra Oropesa Fernández y Olga M <sup>a</sup> Sotodosos Echevarría.   |
| Descripción del taller:                         |   |
| Tipo de actividad:                              | Actividad para realizar con todo el grupo   |
| Edad a la que va dirigida:                      | Alumnos de E.S.O.   |
| Duración:                                       | La sesión completa, junto a la anterior, tiene una duración aproximada de una hora.   |
| Objetivos:                                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer el ciclo del agua</li><li>• Participar activamente en el taller</li><li>• Describir procesos científicos</li><li>• Conocer de forma específica la problemática de la lluvia ácida</li><li>• Despertar la curiosidad del alumno</li><li>• Manipular los materiales de laboratorio</li><li>• Concienciar a los alumnos de la conservación del medio ambiente</li></ul>  |
| Espacio necesario:                              | Laboratorio o espacio habilitado (con los materiales necesarios) para realizar la actividad   |
| Material necesario:                             | Ordenador<br>Cañón<br>Calentador  |
| Material del taller:                            | Caja con plantas<br>Bombona pequeña de gas.<br>Bandeja de metal<br>2 o 3 vasos de precipitados (600ml) con agua<br>Cubitos de hielo<br>Ácido nítrico  |
| Descripción:                                    | Se coloca sobre una mesa una caja que contenga plantas. A 35 o 40 cm. por encima de esta caja se coloca una bandeja de metal sostenida por un soporte. Sobre ella, se ponen trozos de hielo. Se llena los vasos de precipitados con agua y se pone a hervir con ácido. Cuando el agua esté hirviendo, se colocará de tal modo que el vapor emergente llegue a la parte inferior de la bandeja.<br>La bandeja con hielos representa las capas elevadas de la atmósfera y también proporciona una superficie en la cual el vapor puede condensarse. Cuando se unen varias gotas de agua, el peso las hace caer en forma de lluvia y es lo que sucede bajo la bandeja. |
| Observaciones:                                  | El objetivo del taller es que los alumnos experimenten y vean de cerca el ciclo del agua. Y a partir de él concienciarle del problema que supone la lluvia ácida. Con una simple recreación de lluvia en el laboratorio, se conseguirá trasladar el ciclo del agua a su aula, y será de gran ayuda, debido a la necesidad que el alumno tiene de comprobar lo que está aprendiendo y entender así lo que sucede.  |