

EL CALOR

Rosa Molero Peña
I.E.S EL CLOT
Valencia

Prólogo

El calor parece un tema conocido por todos debido a su continua implicación en nuestras vidas pero ocasiona bastante incompreensión en los alumnos de 2º de ESO debido a que NUNCA nos preocupamos de enseñarles el mecanismo íntimo del mismo.

Si así lo hiciéramos y lo hiciéramos correctamente, todo lo demás vendría “rodado” y requeriría un mínimo esfuerzo de explicación por nuestra parte (profesorado) y un mínimo de dedicación por parte del alumno.

Además lograríamos encaminarlos correctamente hacia el análisis científico y la comprensión de posteriores conceptos físicos relacionados o derivados.

Índice

Conceptos I (Prácticas asociadas)

- Práctica I: Cálculo del CERO ABSOLUTO
- Práctica II: Jeringuilla que se expande
- Práctica III: Botella fuentePráctica
- Práctica IV: El globo caprichoso:

Conceptos II (Prácticas asociadas)

- Práctica I: Cacerola de papel
- Práctica II: Conducción del calor en una moneda
- Práctica III: El calor no quiere bajar
- Práctica VI: Volcán submarino
- Práctica V: Caja de convección
- Práctica VI: Dilatación de metales
- Práctica VII: Hacer hervir agua utilizando cubitos de hielo
- Práctica VIII: Radiómetro
- Práctica IX: Cómo el color negro afecta a la radiación

Conceptos I

Con estos únicos conceptos podemos desarrollar el tema del calor y emplear el tiempo lectivo para la realización de experiencias que lo desarrollen, complementen y expliquen.

- Partimos de un principio conocido por todos: “ conforme se eleva la temperatura, los cuerpos cambian de estado pasando de sólido a líquido y/o gas”.
- Según esto, por propia naturaleza el calor no existe, lo que existe el frío (el cero absoluto). Tenemos, entonces que generar el calor de una u otra forma.
- Relacionaremos siempre la TEMPERATURA con el MOVIMIENTO, a mayor temperatura, mayor movimiento.

El aumento de temperatura produce una dilatación del cuerpo, puesto que:

- a) ¿ Hay más partículas?
- b) ¿ Hay más espacio entre las partículas?

Así tenemos por ejemplo el termómetro, donde el mercurio se dilata conforme se eleva la temperatura.

La Escala Kelvin debería ser la más intuitiva porque es la que nos proporciona el valor del cero –absoluto– cuando las partículas de los cuerpos están en reposo.

- Equilibrio térmico: El movimiento de las partículas se transmite del cuerpo que tiene más temperatura (movimiento) al que tiene menos temperatura (movimiento o choques).
- Calor: Transferencia de movimiento de un cuerpo que tiene más a otro que tiene menos. Luego existe calor cuando existe transferencia.(veremos más tarde como se produce esa transferencia)

Práctica I: Cálculo del CERO ABSOLUTO

Objetivo:

- Determinar el valor del cero absoluto utilizando un barómetro, un termómetro y una gráfica.

Materiales:

Barómetro, termómetro, bote de cristal, hermético, papel milimetrado, congelador

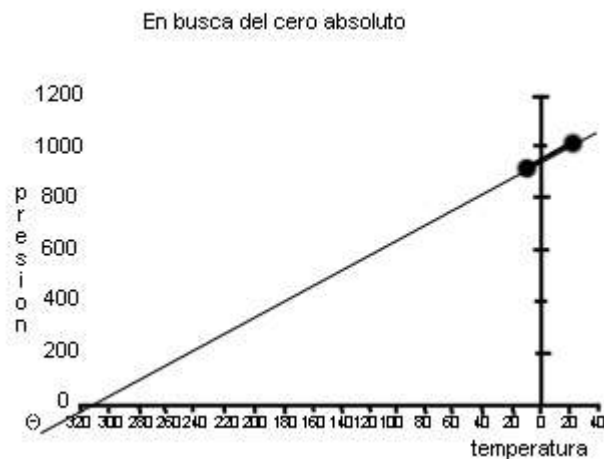
Procedimiento:

- Se coloca un barómetro y un termómetro dentro de un bote de cristal cerrado herméticamente y hacemos una primera medida:
Temperatura: 21° C
Presión: 1013 milibares
- Posteriormente se toma el bote de cristal y se coloca en el congelador. Pasadas unas horas se vuelve a hacer una lectura del barómetro y del termómetro:
Temperatura: -10°
Presión: 915 milibares.
- Como el bote es rígido y está herméticamente cerrado podemos asegurar que el volumen y la cantidad de aire que hay dentro del bote de cristal es la misma en el caso de que esté fuera de congelador que dentro. No entra ni sale aire. Entonces ¿por qué varía la presión? ¿Que tiene que ver eso con el cero absoluto?
- Dentro el bote de cristal existe un número muy grande de moléculas. Y todas se mueven a gran velocidad en cualquier dirección, chocando contra el vidrio del bote y entre ellas.
- Resulta que la velocidad de las moléculas de aire depende de la temperatura. Cuanto más elevada es la temperatura más rápidas van las partículas (y más energía cinética tienen) . Y eso también vale para temperaturas bajas, que hacen “disminuir” la velocidad de las moléculas. Es decir, la presión de un gas depende de la temperatura. A mayor temperatura, mayor presión tendrá el gas. Y esto es consecuencia de la relación muy íntima que existe entre movimiento de las moléculas y temperatura.
- Si bajamos más la temperatura, mucho más allá de la que puede conseguir nuestro congelador, puede que el gas se licue, es decir puede pasar de gas a líquido. Como la temperatura es mucho más baja las moléculas se moverán mucho más lenta, permitiendo que las moléculas estén más juntas y con efectos unas sobre otras.
- Bajemos aun más la temperatura. El gas licuado (es decir el líquido) se puede congelar. Pero aún así quietas, las moléculas vibran, oscilan de una forma proporcional a... , a la temperatura.
- El cero absoluto es la temperatura a la cual las moléculas o átomos están absolutamente quietos, sin moverse ni vibrar. ¿A que temperatura ocurre esa “quietud atómica”? Podemos calcularla aproximadamente con el experimento del bote de cristal con el barómetro y el termómetro.

- Pongamos nuestros resultados en una gráfica, en el eje horizontal la temperatura y en el vertical la presión. Sale algo así.



- Si representamos la gráfica extendiendo el eje horizontal, y en el eje vertical representamos la presión desde el 0 queda así:



Cuando la recta corta el eje horizontal (la presión llega al cero), en ese punto el valor de la temperatura es de $-316\text{ }^{\circ}\text{C}$. No esperéis más, el barómetro si no tienen la precisión necesaria.

Con mediciones más controladas y exactas se ha determinado el valor del cero absoluto en $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$. A esa temperatura los átomos se encuentran en perfecto reposo.

Existe un lugar en el universo que es considerado el más frío y se encuentra en la nebulosa Boomerang ¿Por qué es tan frío? Recordar que si un gas aumenta su volumen, disminuye su temperatura. Pues en la nebulosa Boomerang la expansión del volumen de los gases provocada por una explosión estelar han hecho disminuir su temperatura hasta los $-272,15^{\circ}\text{C}$.

Práctica II: Jeringuilla que se expande

Objetivo:

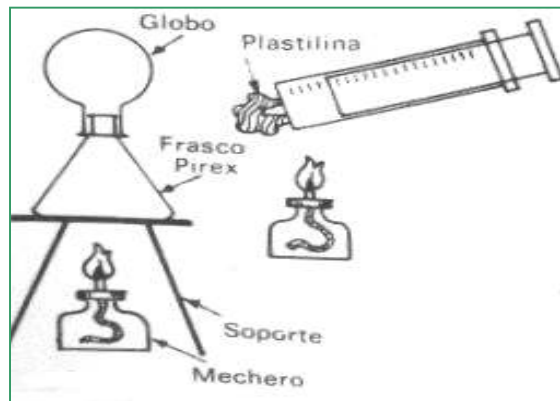
- Experimentación de la dilatación de los cuerpos con el cambio de temperatura mediante una jeringuilla, un sellador y una fuente de calor.

Materiales:

- Jeringuilla, plastilina, mechero // Frasco de Pírex, globo, soporte, mechero

Procedimiento:

- Carga aire en una jeringa para inyecciones y obtura el pico con plastilina. Coloca la jeringa sobre un mechero y podrás ver el movimiento del émbolo. Esto además permite medir la dilatación del aire en relación al tiempo y tabular y graficar los resultados.



Esta experiencia es muy sencilla puesto que requiere poco tiempo de preparación pero conlleva la explicación de importantes conceptos.

Principalmente veremos que el aire se expande al ser calentado porque las moléculas adquieren mayor movimiento.

El experimento se apoya con su variante del globo porque la jeringuilla tiene el inconveniente de que si se utiliza de plástico, éste se dilata o se rompe con el calor.

Práctica III: Botella fuente

Objetivo:

- Experimentar el movimiento de partículas debido a la transferencia de temperatura.

Materiales:

- Una botella de vidrio con tapa de plástico a rosca. Un elemento punzante (un sacacorchos, por ejemplo). Colorante, una pajita, plastilina y una aguja.

Procedimiento:

Haz un agujerito en la tapa de la botella, con el sacacorchos. Llena la botella hasta la mitad con agua fría. Agrega unas gotas de colorante. Enrosca con firmeza la tapa y atraviésala con la pajita (por el agujero). Luego séllala con plastilina. Tapa el extremo de la pajita con una bolita de plastilina y atraviésala con una aguja para hacer un agujerito. Cuidadosamente coloca la botella en un recipiente con agua muy caliente. El aire de la botella se expande, presiona el agua y la fuerza a salir por la pajita. Ya tienes la fuente...

Esto ocurre porque el aire se expande debido a la transferencia de temperatura del objeto más caliente al menos caliente.

Práctica IV: El globo caprichoso:

Aunque se trata de una experiencia relacionada también con la presión del aire podemos utilizarla para relacionar que a mayor velocidad de las partículas, mayor presión, es decir, mayor temperatura.

Objetivo:

- Observar el movimiento de las partículas relacionando presión y temperatura

Materiales:

- Botella de vidrio, fuente de calor, globo, agua

Procedimiento:

- Llenaremos el matraz de agua caliente y mantendremos el agua en él durante un par de minutos. Verteremos el agua y colocaremos, bien ajustado, un globo a su boca. A esperar y...
- El globo, poco a poco, se irá introduciendo dentro del matraz.
- Al verter el agua caliente, el matraz se ha llenado de aire y éste ha adoptado la temperatura elevada del vidrio. Conforme el aire se va enfriando, su presión disminuye haciéndose menor que la presión atmosférica exterior. Como consecuencia de ello, la diferencia de presión empuja el globo hacia adentro.
- La experiencia puede acelerarse si ponemos el matraz bajo un chorro de agua fría o en un baño de agua con hielo. Si se hace así, el globo se introducirá aun más dentro de la botella. Si se desea que el globo vuelva a su situación inicial, será suficiente con poner la botella en un baño de agua caliente y si se desea que aumente su tamaño, es cuestión de calentar el matraz por medio de un mechero bunsen y butano.

Conceptos II

Ahora estamos en condición de empezar a ver como se produce esa transferencia del calor. Pocos conceptos de forma sencilla y el resto del tiempo experimentación aplicada y dirigida.

La transferencia de calor se puede hacer de tres formas: Conducción, convección y radiación.

- **Conducción:** transmisión de movimiento (temperatura) de un punto a otro en un sólido.
 - Conductores térmicos: materiales condensados donde el espacio entre sus partículas es muy pequeño o casi inexistente.
 - Aislantes térmicos: materiales porosos con más espacio entre sus partículas por lo que hay menos choques en los que se pueda transmitir el movimiento.
- **Convección:** Los cambios de densidad en los sólidos o líquidos es producido por el mayor o menos movimiento de las partículas. Estos cambios de densidad provocan las corrientes de convección.
- **Radiación:** La transmisión térmica se produce a través de ondas que no necesitan de soporte físico para propagarse (la luz produce calor).

Práctica I: Cacerola de papel

Objetivo:

- Conseguir hervir agua en un recipiente de papel debido a la aplicación de conductor térmico (conducción)

Materiales:

- Agua, vela, vaso de papel

Procedimiento:

- Coloca agua hasta la mitad dentro del vaso de papel. Sostén el vaso sobre la vela encendida. El agua puede hervir sin que el papel se queme.
- El papel conduce el calor desde la llama hasta el interior del vaso, y como resultado permanece frío. El vaso se encendería a una temperatura mayor que la de ebullición del agua.
- El contacto con el agua hace que el calor se transmita del papel al agua y que, en consecuencia, la temperatura del papel no llegue a la de su inflamación. Obviamente, si no hubiera agua, todo el calor dado por el fuego se destinaría a aumentar la energía interna del papel y a incrementar su temperatura hasta hacerlo arder.
- Una experiencia similar es acercar las brasas de un cigarrillo a un papel que esté justamente en contacto con una moneda : ésta se calentará, pero el papel no arderá. Igualmente ocurre si enrollamos fuertemente un papel alrededor de un clavo o cualquier objeto metálico: al ponerlo al fuego, el papel no arderá.

Práctica II: Conducción del calor en una moneda

Objetivo:

- Observar las propiedades de los conductores térmicos
-

Materiales:

- Moneda
- Pañuelo viejo
- Vela pequeña o cerillas

Procedimiento:

- Tuerce el pañuelo alrededor de la moneda de manera que una simple capa de tela quede estirada sobre cualquier cara de la moneda. Luego de prender la vela, mantén dicha cara sobre la flama unos cuantos segundos. La tela no se quemará.
- Esto se debe a que el metal de la moneda es un buen conductor y atrae el calor, con lo cual mantiene la temperatura de la tela por debajo de su punto de ignición.

Práctica III: El calor no quiere bajar

Objetivo:

- Mediante un cubito de hielo, agua y una fuente de calor provocar la ebullición del agua sin derretir el cubito y evitar la formación de las corrientes de convección en el líquido.

Materiales

- Tubo de ensayo, hielo, lastre, fuego, pinza de madera y agua.

Procedimiento

- Introduciremos un cubito de hielo en el tubo de ensayo, luego agua y, finalmente, un pequeño objeto que haga de lastre y empuje el cubito al fondo del tubo y lo mantenga en él. A continuación ya podemos calentar el agua del tubo de ensayo por su parte superior a unos centímetros de distancia del cubito. Como es habitual, al calentar sustancias en los tubos de ensayo, éstos han de cogerse con una pinza de madera y disponerlos encima del fuego no en posición vertical, sino ligeramente inclinada.
- Al cabo de pocos minutos el agua hervirá, pero el cubito permanecerá en estado sólido.
- El vidrio y el agua nos son buenos conductores del calor. En el caso del agua, como en el resto de los líquidos, el calor se transmite principalmente por convección, pero aquí se impide el movimiento de convección debido a que ya está en la parte superior del líquido la zona caliente del mismo. El título dado a esta experiencia es pretendidamente engañoso, pues no es que el calor no “baje”, sino que es el agua caliente –por su menor densidad que la fría- lo que permanece en la parte superior del tubo no “queriendo” bajar.

Este sencillo experimento sorprende bastante si, a continuación o previamente, se hace el experimento al revés: se introduce el cubito y el agua en el tubo sin el lastre y se calienta por la parte inferior. De esta forma, el cubito tarda muy poco tiempo en fundirse y toda la masa de agua adopta una temperatura uniforme.

Práctica VI: Volcán submarino

Objetivo:

- Creación de corrientes de convección visibles con agua a distinta temperatura

Materiales:

- Recipiente de cristal grande, recipiente de cristal pequeño, agua y colorante.

Procedimiento



Se tiene un pequeño frasco que contiene agua caliente con colorante y el cual tiene un orificio en su tapa. Al colocar éste frasco dentro de un envase más grande de vidrio que contiene agua a la temperatura ambiente, se puede observar como ascienden las corrientes de convección del agua con colorante.

Práctica V: Caja de convección

Objetivo:

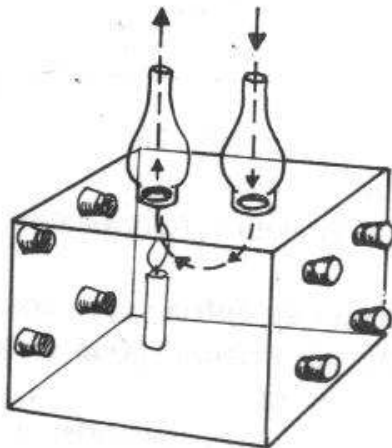
- Crear de forma muy sencilla corrientes visibles de convección en los gases.

Materiales:

- Una caja de madera, una vela, dos tubos de vidrio para lámpara, pañuelo de papel húmedo

Procedimiento:

La caja tendrá dos orificios superiores y cuatro orificios en cada una de las caras laterales.



Sobre el piso de la caja coloca exactamente debajo de uno de los orificios superiores una vela encendida, que representará una región del globo terrestre calentada por el sol.

Cierra la caja y tapa los orificios laterales, dejando abiertos los dos superiores. En la cara superior de la caja coloca dos tubos de lámpara sobre los orificios.

Enciende un pañuelo de papel humedecido para que humee. Acércalo sobre el tubo que no cubre la vela y observa la dirección que toma el humo. Verás que desciende y luego asciende por el tubo que cubre la vela. ¿Por qué? Porque el aire cuando se calienta se hace más liviano, menos denso, por eso asciende.

En cambio el aire relativamente más frío se hace más denso y desciende, tendiendo a ocupar el lugar que deja el aire calentado en su ascenso. Esto ocurre en la atmósfera entre dos lugares que sufren calentamientos diferenciales como por ejemplo entre el Ecuador y los Polos.

Práctica VI: Dilatación de metales

Objetivo:

- Lograr la transmisión del calor por conducción en sólidos y apreciar el aumento de densidad de forma fácil y a simple vista.

Materiales:

- 1 clavo grande, 1 clip pinza

Procedimiento:

- Endereza uno de los extremos del clip.
- Con una pinza toma el extremo y haz un bucle de dos o tres vueltas alrededor del clavo. El clavo tiene que pasar exactamente por el bucle.
- Ahora toma la cabeza del clavo con la pinza y acércale la punta a la llama de un mechero o vela.
- Cuando el clavo este al rojo, trata de hacer pasar la punta por el bucle. No pasa!!

Lo que ha sucedido es que al calentar el clavo se dilató y por eso no pasa a través del bucle del clip.

La dilatación por calentamiento es un fenómeno que demuestra que el clavo absorbe la energía de la llama, la cual se convierte en energía "cinética" de los átomos que forman la malla de metal del clavo. Al absorber energía los átomos del metal se ponen a "vibrar" mas vivamente y "chocan" con sus vecinos aumentando la separación que hay entre ellos y este fenómeno de separación se traduce en la dilatación del clavo.

Cuando el clavo se enfría, la energía absorbida se devuelve al medio, los átomos se tranquilizan, ya no chocan tanto y la red metálica vuelve a tener el tamaño original. Por eso al enfriar el clavo pasa de nuevo a través del bucle.

En este experimento, comprobamos que hay dilatación radial del clavo, pero también existe dilatación longitudinal, esto es, la longitud del clavo aumenta cuando se lo calienta. Sin embargo, este aumento es muy pequeño por lo que es imperceptible a simple vista.



Práctica VII: Hacer hervir agua utilizando cubitos de hielo

Objetivo:

- Conseguir la ebullición del agua sin fuente de calor alguna.

Materiales:

- Agua, recipiente Pírex con tapa, hielo en cubitos

Procedimiento:

- Hervir un poco de agua.
- Verter su contenido en un recipiente de cristal (bote de mermelada) que soporte el calor. Llenarlo hasta la mitad aproximadamente.
- Dejar enfriar durante varios segundos para estar seguro de que el agua está a menos de cien grados.
- Colocar la tapa (metálica) del recipiente.
- Colocar unos cubitos de hielo encima de la tapa.

Desde ese mismo momento el agua de su interior empezará a hervir a pesar de estar a bastante menos de cien grados. La temperatura de ebullición del agua depende de su presión exterior. Si ésta es baja el agua puede hervir a cincuenta o menos grados (experiencia expuesta).

Si la presión es alta entonces puede hervir a más de cien (olla exprés). Al colocar los cubitos de hielo encima de la tapa disminuimos la presión en el interior del recipiente. A esa presión el agua hierve a mucho menos de cien. En cumbres altas no se pueden cocer los alimentos debido a la baja presión que hay en estos lugares.

Práctica VIII: Radiómetro

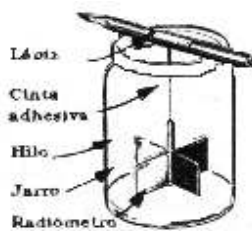
Objetivo:

- Construcción de un radiómetro que es un instrumento que usa la reflexión y la absorción para medir la energía solar.

Materiales:

- Un marcador negro, la envoltura de un chicle (los que tienen un lado blanco y el otro plateado), un frasco de mermelada vacío, un lápiz, papel de aluminio, pegamento fuerte, hilo y un fósforo .

Procedimiento:



- Con el marcador pinta de negro el lado blanco del envoltorio de chicle. Córdalo en cuatro pedazos de 2 por 2,5 cm. Une los pedazos de papel a uno de los extremos del fósforo, con las superficies brillantes en la misma dirección. Pega 12 cm. de hilo en el otro extremo. Envuelve el lado libre del hilo alrededor del lápiz y asegúralo con cinta adhesiva de tal manera que el radiómetro quede suspendido dentro del frasco. Ahora

- colócalo en un lugar con mucho Sol.
- El radiómetro gira cuando la energía solar es absorbida por las superficies negras y reflejada por las brillantes.

Práctica IX: Cómo el color negro afecta a la radiación

Objetivo:

- Observar la diferencia de absorción y reflexión de la radiación entre el color blanco y negro

Material:

- vela y cerillas
- dos latas pequeñas del mismo tamaño
- dos termómetros
- agua caliente y fría

Procedimiento:

- Enciende una vela y con la llama ennegrece el exterior de una de las latas. Usa guantes protectores para que no te vayas a quemar con la lata caliente o con las gotas de cera. La otra lata debe ser brillante, sin mancha. Coloca un termómetro en cada lata y ponles agua fría hasta sus dos terceras partes. Pon las latas una cerca de la otra bajo la luz caliente del Sol.
- Observa los cambios de temperatura. El agua en la lata oscura empezará a calentarse primero. El calor radiante del Sol incide igualmente en ambas latas, pero la lata con brillo refleja la mayor parte del calor, mientras que la oscura lo absorbe casi todo.
- Vacía las latas y ponles agua caliente hasta sus dos terceras partes. Colócalas en la sombra y observa nuevamente el cambio de temperatura. El agua de la lata oscura empezará a enfriarse primero. El agua caliente permite que ambas latas irradien calor, pero éste se irradia más rápidamente desde la superficie ennegrecida.

COMETARIOS AL RESPECTO:

Todas las prácticas de laboratorio que he llevado a cabo con alumnos de 1º y 2º de la ESO han sido siempre bastante sencillas pero he intentado que fuesen vividas desde el principio

- PRIMERO: les digo el título de la práctica que vamos a llevar a cabo de forma que el título se algo interesante para su imaginación: “surtidor permanente”, “volcan submarino”, “ el cable cortahielo”, “cacerola de papel”,etc
- SEGUNDO: Les pido el material que deben de traer por grupos o individualmente, según se trate. Siempre intento que la práctica conlleve la utilización de algunos materiales que se puedan traer de casa aunque dispongamos de ellos en el laboratorio porque esto les hace implicarse más. El material se lo pido siempre una semana antes para que tengan tiempo de reunirlo.
- TERCERO: Previamente yo puedo comprobar que la práctica funcionará bien y que todo saldrá según lo previsto.
- CUARTO: También previamente, en el laboratorio, prepararé todo el material que voy a necesitar, agrupado y listo incluido el material que los alumnos me hayan proporcionado según les solicité.
- QUINTO: Cuando llega el día de la práctica distribuyo a los alumnos el material y bajo mis directrices vamos elaborando la práctica y comentando tanto el resultado como la porque del mismo (muy importante).
- SEXTO: En determinadas prácticas yo prefiero improvisar en cuanto a la elaboración de la misma y no haberla realizado yo previamente porque para mi es importante también que una práctica falle porque esto forma parte de la experimentación y a los alumnos les encanta aportar su opinión de porque ha fallado, que se puede mejorar, si están dispuestos a repetirla y cuando vuelva a salir bien el logro habrá sido mucho mayor. Pero este punto depende de la experiencia que cada uno tenga en el laboratorio. No hay que arriesgarse demasiado.
- SEPTIMO: Al terminar la práctica hay que dejarles unos 10 minutos para que rellenen la ficha que os adjunto a continuación con el fin de fijar los objetivos conseguidos y de que sean capaces de relatar de forma ordenada todo lo que han vivido. Se calificará la presentación de las fichas.
- OCTAVO: Si podeis ponerle mucho “teatro” a la práctica porque esto es lo que más les motiva: si hay productos fuertes darles mascarillas, gafas de plástico, darles delantares, abrid las ventanas por su seguridad por los productos quimicos utilizados, haced que se separen bastante de alguna reacción por si explota, darles guantes de goma,
- NOVENO: Deben de dejar todo el material en su sitio y limpiar perfectamente el material de laboratorio utilizado, por lo que siempre debeis de contar con que os debe de quedar tiempo de sobra para esto.

TITULO DE LA EXPERIENCIA:

TEMA AL QUE PERTENECE:

OBJETIVO QUE QUEREMOS CONSEGUIR:

MATERIALES:

PROCEDIMIENTO:

EXPLICACIÓN:

COMENTARIOS AL RESULTADO:

DIBUJO O SECUENCIA DE DIBUJOS:

BIBLIOGRAFÍA:

<http://escuela9lamadrid.blogspot.com/>

<http://tierrachunga.blogspot.com/>

<http://www.iestiemposmodernos.com/diverciencia/index.htm>

<http://ciencianet.com/index.html>

<http://termometria.galeon.com/curiosidades.htm>

<http://www.spitzer.caltech.edu/espanol/edu/herschel/experiment.shtml>

http://ar.geocities.com/experimet/Exp9.htm#aire_expande

<http://www.terra.es/personal2/gonzaloylola/Segundo-tema-3/calor.htm#preguntas>

http://redescolar.ilce.edu.mx:2000/redescolar/act_permanentes/conciencia/experimentos/indextres.htm

<http://www.acienciasgalilei.com/fis/laboratorio/labo-termo.htm>

Libro de Ciencias Naturales de 2º ESO Ed. Oxford