

GUÍA DEL INSTRUCTOR

ÁREA:	Fuego y Agua.
CURSO:	Fuego.
LECCIÓN N° 2:	Definición y tipos de fuego.
DURACIÓN SUGERIDA:	90 Minutos: 45 minutos teoría - 45 minutos demostración experimental.
MATERIALES:	Proyector de transparencias, telón, transparencias, papelógrafo, papel para papelógrafo, plumones, Manual del Participante, TR2- a TR2-
MATERIALES DEMOSTRACIÓN EXPERIMENTAL:	Fósforos grandes, hoja de papel, vaso con 50 ml de gasolina (<i>bencina</i>), rejilla metálica, pulverizador con agua.
GUÍA GENERAL:	<p>En esta Lección trate de interactuar bastante con los participantes, aproveche las intervenciones para ir encauzando los contenidos, pero tenga cuidado para no exceder el tiempo destinado a la Lección.</p> <p>Si se desea, entre la parte teórica y la demostración experimental se puede dar un descanso de 10 minutos para preparar los elementos que se utilizarán en la demostración.</p> <p>Luego de cada experimentación dar tiempo a los participantes para que anoten sus conclusiones, para posteriormente generar una dinámica en que ellos explican los fenómenos observados. El Instructor debe ir aclarando, encauzando o modificando dichas conclusiones a fin de alcanzar los objetivos formulado en la guía.</p>

OBJETIVOS:

Al termino de la lección el participante será capaz de:

1. Definir fuego.
2. Nombrar los componentes del triángulo y del tetraedro del fuego e identificar con qué tipo de fuego se relacionan.
3. Identificar dos características del fuego con llamas y dos del incandescente.
4. Indicar qué sucede con el fuego al alterar el equilibrio térmico.

NOTA: **Lo que aparece con negrillas son notas para el Instructor.**

Lo que aparece en recuadro se encuentra impreso en el Manual del Participante.

AYUDA	CONTENIDOS
	<p data-bbox="391 457 711 491">I. DESARROLLO.</p> <p data-bbox="461 575 781 609">1. El Fuego: Definición.</p> <p data-bbox="509 688 1081 722">El fuego es y será un gran aliado del hombre.</p> <p data-bbox="509 764 1414 869">Gracias al fuego podemos cocinar nuestros alimentos, obtener calor para protegernos del frío, realizar procesos industriales y muchas otras actividades de beneficio.</p> <p data-bbox="509 911 1414 984">Cuando el fuego escapa a nuestro control se convierte en un enemigo que afecta vidas y bienes.</p> <p data-bbox="509 1026 1414 1060">Los bomberos han asumido la lucha contra el aspecto negativo del fuego.</p> <p data-bbox="509 1102 1414 1176">Para tener éxito en este esfuerzo, es imprescindible conocer muy bien qué es el fuego y cómo surge, se desarrolla y se extingue.</p> <p data-bbox="509 1218 1414 1291">Preguntar a los participantes y anotar las respuestas en un papelógrafo:</p> <p data-bbox="509 1333 737 1367">¿Qué es el fuego?</p> <p data-bbox="509 1409 1414 1482">El fuego es una reacción química que también es conocida con el nombre de combustión.</p> <p data-bbox="509 1524 1414 1661">Aunque hay procesos químicos en los cuales existe combustión sin haber fuego (por ejemplo, la oxidación de ciertos metales como el hierro, o la combustión de los alimentos en nuestro organismo), es común llamar al fuego con este nombre.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p>El fuego es una reacción química continua, con generación de luz y calor, en la que se combinan elementos combustibles (agentes reductores) y el oxígeno (agente oxidante). Para esto se requiere la presencia de una fuente de calor y cantidades adecuadas de combustibles y oxígeno.</p> <div data-bbox="509 674 1411 858"><p>Definición</p><p>El fuego es una reacción química continua con generación de luz y calor, en que se combinan agentes reductores con agentes oxidantes, en presencia de calor, todos ellos, en cantidades adecuadas.</p></div> <p>2. Teoría del fuego</p> <p>2.1. El triángulo del fuego y el fuego incandescente</p> <p>Tradicionalmente se ha representado al fuego a través de la figura geométrica del triángulo: el llamado “triángulo del fuego”.</p> <p>En el triángulo del fuego, cada lado simboliza uno de los componentes de la combustión: combustible, calor y oxígeno. Cuando ellos están presentes en cantidades adecuadas, se produce el fuego.</p> <p>El combustible es toda sustancia susceptible de arder, y lo encontramos siempre presente en nuestro medio de vida. Nosotros mismos somos combustible.</p> <p>El oxígeno también está siempre presente; sin él, no podemos vivir. Lo encontramos en el aire que nos rodea.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p>El calor es una forma de energía presente en todos los objetos materiales, aunque en mayor o menor cantidad. La cantidad de calor se expresa mediante la temperatura. El calor siempre se transfiere de los cuerpos con mayor temperatura a los que están a una temperatura menor.</p> <p>Usualmente, es difícil controlar la presencia de combustible y oxígeno. En cambio, el calor es un componente que normalmente es posible controlar. Al hacerlo, hasta es posible evitar un incendio.</p> <p>Al unirse el combustible, el oxígeno y el calor, en cantidades apropiadas, se produce fuego incandescente. En este tipo de fuego no hay llama; el oxígeno está en contacto con la superficie del combustible, el cual debe estar en estado sólido.</p> <div data-bbox="584 1066 1412 1182"><p>La representación a través del triángulo del fuego corresponde a fuego incandescente (de brasas o rescoldo).</p></div> <p>Si se elimina uno de los componentes del triángulo, el fuego incandescente se extingue.</p> <p>En el fuego sin llama o incandescente la cantidad de oxígeno que participa en la combustión es relativamente pequeña. Si aumentamos la cantidad de oxígeno (por ejemplo, soplando en un fuego incandescente), se pueden producir llamas, situación que ya no es posible explicar mediante el triángulo del fuego.</p> <p>Por esto, al triángulo se le ha agregado un cuarto elemento, la “reacción libre en cadena”, la cual permite comprender en forma más completa el proceso de la combustión, y también explicar la producción de las llamas.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p data-bbox="440 373 488 405">2.2.</p> <p data-bbox="581 373 1146 405">El Tetraedro del fuego y el fuego con llamas</p> <p data-bbox="581 451 1414 520">El fuego con llama se representa gráficamente en la figura geométrica de un “tetraedro”.</p> <p data-bbox="581 564 1414 709">El tetraedro del fuego es una pirámide triangular en que cada una de sus cuatro superficies identifica a uno de los componentes que deben estar presentes, bajo ciertas condiciones, para que pueda producirse la combustión con llama.</p> <p data-bbox="581 753 1414 856">Estos elementos son: combustible, oxígeno, calor y Reacción en Cadena. Esta última es la que explica la producción y mantenimiento de las llamas.</p> <p data-bbox="581 900 1414 1045">Cuando se inicia una combustión, el calor que se produce es transmitido a sus alrededores, provocando un aumento de la “actividad” de las moléculas de la materia que se encuentra en dicha área.</p> <p data-bbox="581 1089 1414 1234">Si esta materia es un combustible sólido o líquido, esa mayor actividad de sus moléculas hace que comience a vaporizarse. Los vapores así generados, al mezclarse con el oxígeno del aire, producen la llama.</p> <p data-bbox="581 1278 1414 1341">Si se trata, en cambio, de combustibles que ya están en forma de gas, pueden producir llama con más facilidad.</p> <p data-bbox="581 1386 1414 1497">Esto quiere decir que la llama es siempre producida por vapores o gases que están ardiendo, aún cuando originalmente se trata de combustibles sólidos o líquidos.</p> <p data-bbox="581 1541 1414 1724">Para que la combustión con llama se sostenga, el fuego original tiene que generar suficiente calor como para garantizar la existencia de vapores. Los nuevos vapores, al mezclarse con el oxígeno, generan una llama mayor, con más calor, lo que a su vez generan más vapores, y así sucesivamente.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p>En este proceso, una parte del calor producido se transmite al medio ambiente, pero otra vuelve al mismo proceso (lo “retroalimenta”), produciendo la Reacción en Cadena.</p> <p>Esto significa que existe una especie de circuito cerrado:</p> <p>Llama → Radiación de Calor → Vaporización → Combustión de los Vapores → Llama ...</p> <p>De esta forma va aumentando el fuego con llama, lo que continúa hasta que se agota el combustible.</p> <p>Téngase presente, que las reacciones en cadena son reacciones químicas que tienen lugar en la fase gaseosa de los combustibles.</p> <p>Hay que insistir en que los gases, justamente por ya estar en estado gaseoso, se encuentran en condiciones de participar de inmediato en la combustión y arder con llama.</p> <p>2.3. Deteniendo la Reacción en cadena.</p> <p>Es posible detener la reacción en cadena, aplicando al fuego sustancias químicas especiales, que producen reacciones complejas que inhiben el proceso. Lamentablemente, algunas de estas sustancias (como el halón), han sido prohibidas, porque aunque tienen gran efectividad, afectan la capa de ozono y provocan, por lo tanto, graves daños al medio ambiente.</p> <p>En algunos combustibles sólidos, como el carbón, azúcares, almidones, madera, paja, algunos plásticos, etc., la combustión comienza con llama y pasa en forma gradual a una fase sin llama o residual. El carbono puro, el azufre y el fósforo pueden combustionar sin llama.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p>4. Equilibrio térmico y fuego.</p> <p>Como se ha dicho, el fuego produce energía térmica, que se trasmite al medio ambiente que lo rodea. Recordemos que el calor siempre va desde lo que tiene más temperatura o lo que tiene menos temperatura.</p> <p>Este proceso continúa hasta que se produce el equilibrio térmico, situación en la cual la energía térmica producida es igual a la energía térmica que se disipa en el medio ambiente.</p> <p>Esto es muy importante para los Bomberos, porque al alterarse el equilibrio térmico, el fuego varía.</p> <p>Si el calor generado supera al calor disipado, el fuego aumenta. A la inversa si el calor generado es inferior al disipado, el fuego disminuye.</p> <p>Conociendo la relación entre el calor generado y el calor disipado, es posible alterar el equilibrio térmico. Por ejemplo, cuando se lanza agua al fuego, lo que se está haciendo es agregar al entorno una sustancia capaz de absorber gran cantidad de calor, con el propósito de que el calor disipado sea más que el generado, y así apagar el fuego.</p> <p>DEMOSTRACIÓN</p> <p>Desarrollar la Guía Experimental descrita en GI2-11, GI2-12 y GI2-13.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p>II. REPASO.</p> <p>1. Definición de Fuego.</p> <p>El fuego es una reacción química continua, con generación de luz y calor, en que se combinan agentes reductores con agentes oxidantes, en presencia de calor, todos ellos en cantidades adecuadas.</p> <p>2. Teoría del Fuego</p> <p>2.1. El triángulo del fuego y el fuego incandescente</p> <p>Los componentes del triángulo del fuego son: combustible, calor y oxígeno.</p> <p>La representación a través del triángulo del fuego corresponde a fuego incandescente (de brasas o rescoldo).</p> <p>Características del fuego incandescente:</p> <ul style="list-style-type: none">• Es representado por el triángulo del fuego.• La reacción en cadena se encuentra inhibida.• La combustión no está completa. <p>2.2. El tetraedro del fuego y el fuego con llama</p> <p>Los componentes del tetraedro del fuego son: Combustible, oxígeno, calor y la reacción en cadena, la que permite la producción y mantenimiento de las llamas.</p> <p>La representación a través del tetraedro del fuego corresponde a fuego con llama.</p>

AYUDA	CONTENIDOS
	<p>Características del fuego con llamas:</p> <ul style="list-style-type: none">• Es representado por el tetraedro del fuego.• Existe una reacción en cadena.• El combustible debe estar como vapor o gas. <p>2.3. Deteniendo la Reacción en Cadena</p> <p>Hay sustancias químicas que permiten inhibir la reacción en cadena, pero algunas de ellas causan daño al medio ambiente.</p> <p>4. Equilibrio térmico y fuego</p> <p>Al alterarse el equilibrio térmico, el fuego varía.</p> <p>Si el calor generado supera al calor disipado, el fuego aumenta. A la inversa, si el calor generado es inferior al disipado, el fuego disminuye.</p>

Guía Experimental
Generación de Fuego, Reacción en Cadena y Equilibrio Térmico

1. Introducción.

El fuego o combustión es un fenómeno complejo. Las siguientes demostraciones pretenden destacar, a través de experimentos simples, los aspectos más relevantes de esta reacción química que genera luz y calor.

2. Objetivos:

Al finalizar la demostración experimental el participante será capaz de:

- a. Describir el proceso de la combustión que parte de una explosión, pasa por la generación de un fuego con llamas y llega a la incandescencia.
- b. Indicar la causa de que una combustión con llama pase a una combustión sin llama.
- c. Determinar cómo la combustión aumenta o disminuye si se altera el equilibrio térmico.

3. Materiales

Fósforos grandes.	Hoja de papel.
Vaso con 50 ml de gasolina	Rejilla Metálica.
Pulverizador con agua.	

4. Desarrollo.

- a. Encienda varios fósforos, solicitando a los participantes que observen lo que va sucediendo y anoten sus conclusiones en el MP2-

Explicación:

Al encender un fósforo se produce:

- Una combustión inicial muy rápida, instantánea, con gran desprendimiento de calor y luz. Esto corresponde a una explosión.
 - A continuación, y como resultado del calor liberado con el primer fenómeno, algunos componentes de la madera del fósforo se gasifican, lo que permite al calor producido dar inicio a la Reacción en Cadena, generando la llama, que gasifica más material que a su vez arde.
 - Al disminuir los productos que se están gasificando de la madera (porque se están transformando en productos de la combustión), se llega a la etapa de término de la Reacción en Cadena: se apaga la llama, y continúa, por un corto lapso de tiempo, una combustión incandescente.
- b. Arrugar una hoja de papel dándole forma de esfera y encenderla. Repita la acción, solicitando a los participantes que observen la demostración y anoten sus conclusiones en el MP2-

Explicación:

- Al encender el papel se produce primero una combustión con llama, es decir, hay Reacción en Cadena. Posteriormente, se produce una combustión incandescente por término de la Reacción en Cadena, por la forma que se le dio al papel (esfera): la superficie en contacto con el oxígeno del aire es relativamente pequeña, y el calor se transmite más rápido al medio ambiente que hacia el interior.
- c. Encender la gasolina que se encuentra en un vaso. Después de unos instantes, y cuando la llama sea visible, poner encima del vaso una rejilla metálica que ha sido mojada previamente con agua.

Repita la acción solicitando a los participantes que observen la demostración y anoten sus conclusiones en el MP2-

Explicación:

Al encender la gasolina, la cantidad de calor producido es mayor que el calor que se va disipando al transmitirse al vaso y al medio ambiente, por lo cual el fuego crece. Sin embargo, al poner encima de las llamas una rejilla metálica mojada con agua, tanto el metal como el agua absorben calor, y esto hace que el calor disipado sea mayor que el calor generado. Hay por lo tanto, una modificación del equilibrio térmico, y la llama disminuye hasta extinguirse.

5. Conclusiones.

- La llama aparece y se mantiene o incrementa debido a la “Reacción en Cadena”.
- Si el Equilibrio Térmico se modifica, la combustión aumenta o disminuye. Si el calor disipado se hace mayor que el calor generado, la combustión disminuye hasta llegar a extinguirse.

6. Posibles preguntas y respuestas:

- ¿Por que al encender un fósforo se inicia una combustión con llama?

R: Por la gasificación de algunos componentes de la madera y por el inicio de la Reacción en Cadena. El calor necesario para estos dos eventos, esta dado por la “explosión” de la cabeza del fósforo.

- ¿Por qué después del fuego con llama se inicia una combustión incandescente?.

R: Porque se terminó la Reacción en Cadena.

- ¿Cómo se explica que al colocar una rejilla metálica mojada se termine la combustión de la gasolina (*bencina*)?

R: Por las características del metal y del agua, materiales que absorben grandes cantidades de calor. Al ser colocados encima del vaso, modifican el Equilibrio Térmico, es decir, el calor disipado se hace mayor que el calor producido.