

TÍTOL: ¿A quién no le va a gustar un hipocausto romano del siglo I a.C.

Centre: IES DOCTOR PESET ALEIXANDRE

Curs i Cicle: 1 ESO

Tutor/a: Esteban Adsuar y Laura Bautista

Categoria de concurs: TECNOLOGÍA

Alumnat: MARYAM EL KADE, SARA JAVALOYAS MARTÍNEZ, SARA PASCUAL FERNÁNDEZ Y LAURA TORRESANO GUZMÁN

1. Resum breu del projecte i objectius

En este proyecto vamos a utilizar conceptos básicos de física, historia antigua (Imperio Romano) y tecnología para entender cómo calentaban las casas y otras estancias los romanos. Para ello, empezaremos introduciendo algunos conceptos básicos de qué es el calor en física y qué maneras de transmisión conocemos (conducción, convección y radiación). Todo ello se explicará de forma teórica y a través de distintas experiencias sencillas que pongan de manifiesto los fenómenos indicados.

En segundo lugar se construirá una maqueta de un hipocausto, antiguo sistema de calefacción a través del cual se calentaban algunos palacios en la antigua Roma y, principalmente, se utilizaba para calentar las termas. Este sistema consistía en uno o varios hornos (dependiendo del tamaño de la construcción y de la riqueza del propietario) que actuaban como focos de calor y de un sistema de canalizaciones de aire caliente y humos procedentes de la combustión situadas bajo el suelo de las estancias que se querían calefactar. A partir de este esquema básico se podían introducir modificaciones y canalizar parte del aire a través de paredes y bóvedas, pero en esencia el sistema era el mismo. Existen múltiples ejemplos de ruinas romanas donde se puede apreciar este sistema, así como documentos escritos donde se describen de forma exhaustiva. Además, cabe destacar que en Castilla este sistema evolucionó a lo que se conoce como «Gloria» que ha llegado hasta nuestros días en muchas casas de pueblo.

2. Material i muntatge

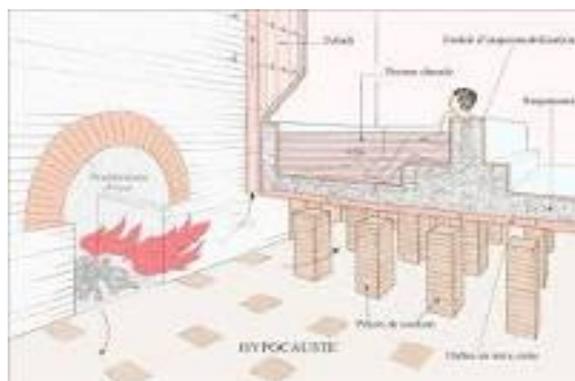
- Sensación de calor y frío. Vaso con agua fría, vaso con agua a temperatura ambiente y vaso con agua caliente.
- Intercambio de calor: Cuando el agua fría recibe calor de una llama absorbe parte de este calor y aumenta su temperatura.

- Efecto del calor sobre los cuerpos: dilatación. Se confeccionará un «termómetro casero» con una botella cerrada o un matraz, una pajita, alcohol, agua y un colorante para el agua.

Para la explicación de los tres mecanismos de transmisión del calor utilizaremos:

- **Conducción:** Varillas de diferentes materiales, cera, un mechero Bunsen y un soporte para ver cómo el calor se propaga a diferente velocidad.
- **Convección:** para la explicación de la convección en aire utilizaremos un mechero Bunsen, un soporte y una espiral de papel. Para explicar la convección en líquidos utilizaremos un tubo de convección al que añadiremos agua coloreada y calentaremos con un mechero Bunsen por diferentes zonas.
- **Radiación:** Se hará explotar un globo con una zona pintada de negro gracias a la acción de un láser que estará situado a una cierta distancia.

- Maqueta de Hipocausto. Se realizará una maqueta de un hipocausto, con materiales similares a los que podían gastar en la civilización romana, donde gracias a un foco de calor observaremos cómo aumenta la temperatura.



3. Fonamentació : Principis físics involucrats i la seua relació amb aplicacions tecnològiques

La sensación de calor o frío es relativa, así que necesitamos definir una serie de magnitudes físicas que nos ayuden a trabajar con los conceptos de calor y temperatura. El calor es una forma de energía en tránsito de un sistema a otro cuando hay una diferencia de temperatura entre los mismos. En el S.I. de unidades lo medimos en julios (J) aunque otra unidad muy utilizada es la caloría, cal. 1 cal = 4,18 J. La temperatura de un cuerpo es una medida de su energía térmica y depende del movimiento de sus partículas. Cuanto mayor es la velocidad a la que se mueven sus partículas, más elevada es la temperatura de un cuerpo. En el S.I. la temperatura se mide en grados Kelvin (K) aunque en la vida ordinaria utilizamos la escala Celsius. En este nivel, la relación entre ambas es:

$$T(K) = T(^{\circ}C) + 273$$

Uno de los fenómenos que es posible observar al calentar un cuerpo es la dilatación. Al calentarlo, sus partículas vibran o se mueven a mayor velocidad separándose unas de otras y aumentando así el tamaño del cuerpo en cuestión.

Por otro lado, existen tres formas de transmitir el calor: conducción, convección y radiación. La conducción sucede por contacto entre dos sólidos. Las partículas del cuerpo que está a mayor temperatura tienen mayor velocidad y transmiten la energía cinética a las partículas contiguas produciendo que el cuerpo más frío aumente su temperatura (sucede lo mismo en un único cuerpo sólido cuando calentamos un extremo). La convección ocurre en los fluidos, ya sean líquidos o gases. Las partículas cercanas a la zona caliente aumentan su velocidad, disminuyen su densidad y suben a la zona donde se encuentran las partículas más frías y densas que bajan hacia la fuente de calor. Se establece así una corriente de convección que propaga el calor. Es el sistema que se utilizaba en el hipocausto y al que le dedicaremos más atención. La radiación es la única forma de transmisión de calor que no necesita un medio material. La energía viaja en forma de onda desde la superficie de los cuerpos y es la responsable, por ejemplo, de el calor que nos llega desde el Sol. La capacidad calorífica específica de un material se refiere a la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de una unidad de masa de ese material en una unidad de temperatura. Esta propiedad puede variar según la composición y densidad del material. En general, para un ladrillo es aproximadamente $0.84 \text{ J/g}^\circ\text{C}$, mientras que la del adobe puede variar dependiendo de su composición exacta y densidad, pero suele estar en el rango de 0.6 a $0.8 \text{ J/g}^\circ\text{C}$.

4. Funcionament i Resultats: observacions i mesures.

- Sensación de calor y frío. Se pondrá de manifiesto tocando el agua de los distintos vasos y notando que el agua del vaso que está a temperatura ambiente puede parecerse, al mismo tiempo, caliente o fría.
- Absorción de calor del agua: el agua tiene la capacidad de absorber el calor, lo que se pondrá de manifiesto al ir notando cada vez más caliente la misma.
- Dilatación de líquidos: El termómetro funciona debido a la dilatación del fluido que se encuentra en su interior (alcohol). Veremos subir y bajar el líquido dentro de la pajita. Las variaciones de temperatura son proporcionales a la variación del volumen del líquido.
- Propagación de calor:
 - Conducción: cada material conduce el calor de diferente manera pudiendo clasificarse como malos conductores (madera) o buenos conductores (metales). Para ver el tiempo que tarda en propagarse el calor observaremos como caen varias arandelas, pegadas a las barras con cera, al fundiéndose la misma
 - Convección: se produce en medios fluidos ya que estos al calentarse se dilatan, disminuye su densidad y hace que fluyan hacia capas superiores desplazando a las capas frías que se ven obligadas a bajar. Esto se conoce como corrientes de convección. Las observaremos moviendo una espiral con aire caliente y viendo el movimiento del agua coloreada en un tubo de convección. Se hablará de diferentes fenómenos en la naturaleza que ponen de manifiesto este fenómeno (corrientes térmicas utilizadas por las aves para volar, brisas marinas...)
 - Radiación: Observaremos cómo un láser a cierta distancia de un globo pintado de negro es capaz de hacerlo explotar al concentrar el calor, gracias al mecanismo de radiación, en la zona pintada.

Se demostrará el funcionamiento a través de un foco de calor y comprobando, de forma experimental, cómo la temperatura aumenta. Respecto a los materiales y elementos del hipocausto se describirán sus partes replicadas en la maqueta: estancias, horno, pilares, conductos y suelo y también se explicará el por qué de la elección de los materiales, en este caso adobe y ladrillo respecto a otros. Estos materiales se combinaban de manera ingeniosa para crear un sistema de calefacción eficiente que proporcionaba calor a los espacios interiores, especialmente en las áreas frías del invierno, y contribuía al confort de los habitantes de las construcciones romanas. En las construcciones del Imperio Romano, especialmente en las residencias de clase alta y edificios públicos como las termas, se prestaba una atención cuidadosa al diseño de la distribución de las estancias para lograr el confort térmico. Algunas características comunes incluían: Orientación solar, ventilación, disposición de estancias alrededor de atrio con impluvium y peristilo. El objetivo era maximizar el confort térmico en diferentes condiciones climáticas. Muchas de estas soluciones se siguen teniendo hoy en cuenta en el diseño de edificaciones de consumo energético sostenible. Los sistemas de suelo radiante actuales comparten algunos principios básicos con el sistema romano de hipocausto y los sistemas de calefacción utilizados en las termas romanas, pero también tienen diferencias significativas en términos de tecnología y diseño. Una similitud es la distribución del calor radiante desde abajo. También se hablará de diferentes ruinas romanas (en España y en otros lugares) donde podemos observar estas construcciones. Para terminar, se hablará cómo siguen presentes estas construcciones en nuestro país, principalmente en zonas de Castilla, donde era la forma habitual de calentar las casas. Se les conoce como «Gloria».

5. Conclusions

La existencia de corrientes térmicas que aprovechan las aves para volar o la existencia de brisas marinas que durante el día soplan desde el mar hacia tierra firme tienen el mismo fundamento físico que el mecanismo gracias al cual los romanos calentaban las villas más ricas o las termas. Estas construcciones, que han llegado hasta nuestros días ya sea en ruinas que podemos visitar o a través de una evolución de las mismas que se conservan en algunas casas de pueblo de zonas frías de España, ponen de manifiesto la maestría de la civilización romana en cuanto a construcciones se refiere con algunos avances y mejoras que no parecen tan antiguos.

6. Bibliografia

- T. Grence Ruiz, Física y Química 4º ESO. Serie INVESTIGA. Editorial Santillana, 2016.
- Geografía i Història 1º ESO. Projecte Construïm Mons. Ed. Voramar Santillana, 2016
- C. Aguilar Díaz et al., Historia del Arte 2 Bachillerato. Proyecto La Casa del Saber. Editorial Santillana, 2015.
- <https://econfortysalud.com/soluciones-de-climatizacion-y-ventilacion/los-origenes-del-suelo-radiante-el-hipocausto/>