

**TÍTULO: DEJA QUE FLUYA**

**Centro:** IES DOCTOR PESET ALEIXANDRE (PATERNA)

**Curso/ Ciclo:** 3 ESO

**Categoría de concurso:** FÍSICA

Alicia Zheng, Eva Ramírez Fresneda, Nur Balti Hnihan i Kaur Lovepreet,  
TUTORS: Pablo Cuenca Pascual i Sílvia Palero Monllor

**1. Resumen breve del proyecto y objetivos**

En este proyecto pretendemos estudiar algunos conceptos básicos de la dinámica de fluidos (ecuación de continuidad, ecuación de Bernoulli, efecto Venturi, número de Reynolds, flujo laminar y turbulento) y algunas aplicaciones, en especial aquellas que tienen que ver con la salud y el sistema circulatorio.

**2. Material y montaje**

Las demostraciones utilizarán el siguiente material:

- Vasos comunicantes de vidrio (foto) y otros caseros (con vasos de plástico y tubo flexible) y tubo en U
- Construcción para demostrar la ecuación de continuidad.
- Para demostrar el efecto Venturi: Pelota y secador de pelo, tira de papel, pulverizador, latas colgadas
- Tubo de Venturi con un soplador de hojas y tubos de PVC de plásticos
- Bomba de jardín para visualizar el flujo laminar.
- Construcción para medir el número de Reynolds con diferentes tipos de regímenes.
- Esfigmomanómetro y fonendoscopio para tomar la tensión arterial.
- Mascarilla de Venturi y máscara de Boussignac



**3. Fundamentación: Principios físicos involucrados y su relación con aplicaciones tecnológicas**

- Para poder explicar los experimentos y demostraciones que vamos a presentar empezaremos por los conceptos básicos: definición de fluido, definición de presión, presión atmosférica, presión en un fluido, presión hidrostática. Como aplicaciones mostraremos el funcionamiento de un tubo en forma de U y de unos vasos comunicantes

- Pasaremos a estudiar los fluidos en movimiento y con ello la ecuación de continuidad como el producto de la velocidad por el área de la sección del tubo por el que circula dicho fluido (suponiendo que es incompresible). Se realizará una demostración para visualizar la diferencia de velocidades en un tubo, por el que circula un fluido, cuando dicho tubo se estrecha (ver esquema). Como aplicación se explicará la forma en la que se mide el diámetro de la válvula aórtica.

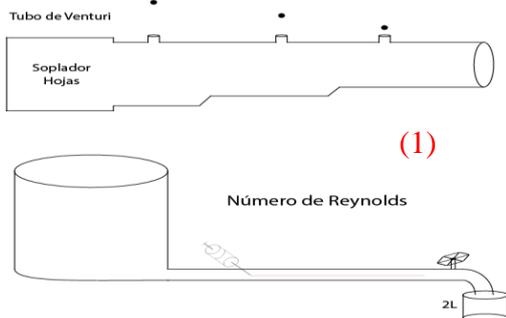
- Como consecuencia de la ecuación de continuidad y de la conservación de la energía, podemos deducir la ecuación de Bernoulli y, volviendo a suponer que nuestro fluido es incompresible, entender que cuando aumenta la velocidad de un fluido, desciende la presión (efecto Venturi). Como ejemplos de este efecto veremos el funcionamiento de un pulverizador, una pelota de corcho suspendida por un secador de pelo, efectos al soplar sobre una tira de papel o entre dos latas, y dos aplicaciones utilizadas en medicina: la máscara de Venturi, y la CPAP Boussignac.

- A continuación, introduciremos el concepto de flujo laminar y flujo turbulento. Se realizarán diferentes experiencias que pondrán de manifiesto de forma visual ambos regímenes. Así mismo, se introducirá el Número de Reynolds y su relación con el tipo de flujo. Calcularemos el número de Reynolds en el caso de un flujo laminar y de un flujo turbulento (ver esquema) y veremos la diferencia en los valores. Relacionaremos los dos tipos de flujos con el concepto de sople cardíaco y con los llamados ruidos de Korotkoff y, a través de estos últimos, con la medición de la presión arterial sistólica (alta) y la presión arterial diastólica (baja). De este modo, introduciremos el concepto de presión arterial como presión de la sangre cuando circula por un vaso sanguíneo (que no es sino la presión de un fluido mientras circula por un conducto). De forma práctica, se mostrará cómo se mide la presión arterial a uno de los profesores acompañantes. De este modo, acabará el proyecto por el principio: presión en un fluido, pero habiendo visto sus aplicaciones en el cuerpo humano.

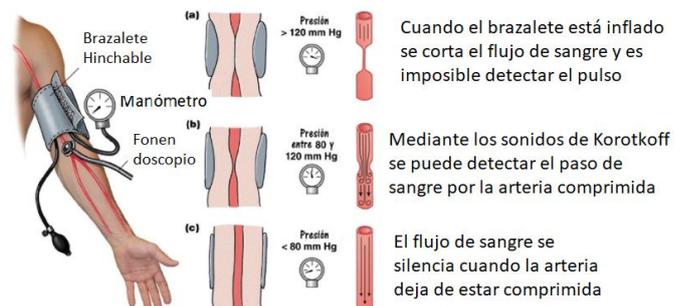
**Ruidos de Korotkoff (o Korotkov)**

Los sonidos se dan porque al eliminar la obstrucción de una arteria la sangre empieza a fluir, como ocurre al desinflar el manguito de medición de la presión arterial (técnica de esfigmomanómetro).

(2)



Esquema de tubo de Venturi y medición del número de Reynolds (1). Infografía: medida de la tensión arterial. (2)



#### 4. Funcionamiento y Resultados: observaciones y medidas.

- En primer lugar, definiremos los conceptos básicos y se mostrará el funcionamiento de diferentes dispositivos (vasos comunicantes, tubos en forma de U, etc). Estas experiencias serán cualitativas. Por otro lado, a través de un tubo en forma de U e introduciendo agua y aceite por sus ramas, podemos observar cómo se produce una diferencia de alturas en las mismas. Sabiendo que la presión en la superficie libre de ambos líquidos es la misma: la presión atmosférica, y la presión a una determinada altura en el mismo líquido también es la misma, aplicando la ecuación de la presión hidrostática y con la diferencia de alturas, calcularemos la densidad del aceite (y luego comprobaremos con los valores que ofrece la bibliografía). Se repetirá el proceso de medida 3 veces (con 3 volúmenes diferentes de aceite) y sacaremos una media de los resultados obtenidos.

- Para explicar la ecuación de continuidad construiremos un dispositivo donde se observe que, cuando la sección del tubo por el que circula el fluido disminuye, la velocidad del mismo aumenta. La ecuación de continuidad se utiliza en cardiología para medir el diámetro de la válvula aórtica. Se mide el diámetro del tracto salida ventrículo izquierdo y la velocidad del flujo en este punto, luego se mide la velocidad del flujo aórtico, lo que nos permite conocer la velocidad máxima del flujo. Esta  $V_{max}$  se corresponderá con la que hay en el punto más estrecho y de esta forma se puede determinar el diámetro de la válvula, para diagnosticar si existe algún tipo de estenosis.

- Presentaremos la ecuación de Bernoulli y una consecuencia de la misma, el efecto Venturi. Se mostrará el funcionamiento de diferentes fenómenos que son consecuencia del efecto Venturi: Una tira de papel se eleva al soplar por encima de ella, dos latas colgadas de un hilo y próximas entre sí se acercan al soplar por el espacio entre ellas, un secador es capaz de dejar "suspendida" en el aire una bola de corcho, un pulverizador casero es capaz de "expulsar" unas pequeñas bolas de corcho porexpan. Como aplicaciones veremos: aerógrafos utilizados en pinturas rupestres, diseño de un ala de avión, máscara de Boussignac (mediante el paso de oxígeno a alto flujo, genera una diferencia de presión que provoca una mejora en el intercambio de gases y reduce la fatiga muscular) y máscara de Venturi (a través de la ventana regulable del dispositivo se consigue la mezcla de gases deseada). Llevaremos una máscara de cada tipo para explicar su funcionamiento.

- Para visualizar la diferencia entre flujo laminar y turbulento inyectaremos colorante en un tubo transparente (tipo manguera) por el que circula un cierto caudal de agua. Cuando el caudal es pequeño (régimen laminar) podemos observar un hilo de colorante a lo largo del tubo. Si aumentamos de forma considerable el caudal, se forma un régimen turbulento y el colorante se mezcla rápidamente con el agua.

- Aprovecharemos el mismo dispositivo para calcular el número de Reynolds en el caso de un régimen laminar y volveremos a repetir los cálculos para un régimen turbulento. Para ello, vaciaremos un volumen conocido de agua en un tiempo elevado (caudal relativamente pequeño) mientras vemos el citado hilo de colorante que no se mezcla mientras estamos en régimen laminar. Medimos el diámetro del tubo y recurrimos a la bibliografía para conocer la densidad del agua y su viscosidad. Con estos datos podemos calcular el número de Reynolds como:

$$Re = \frac{\rho v D}{\mu}$$

Observaremos como el número es inferior a 2000 (valor límite que se considera para régimen laminar). Si repetimos los cálculos aumentando de forma considerable el caudal obtendremos un valor superior a 4000, que se corresponde con un régimen turbulento, de manera que el colorante se dispersa rápidamente en el fluido. Valores del número de Reynolds superiores a 2000 e inferiores a 4000 se corresponden con régimen inestable.

- Por último, mediremos la presión sanguínea (sistólica y diastólica), mediante la utilización de un esfigmomanómetro y un fonendoscopio, en milímetros de mercurio por encima del valor de la presión atmosférica y comentaremos el significado de la misma, relacionándola con el funcionamiento del corazón.

#### 5. Conclusiones

Con este proyecto pretendemos concluir que los fenómenos de la dinámica de fluidos pueden ir a veces en contra de lo que el sentido común nos haría prever, pero que dichos fenómenos se explican a la perfección con las ecuaciones de Bernoulli y de Venturi. Asimismo, pretendemos dar a conocer las múltiples y variadas aplicaciones de estos efectos, desde los dispositivos más sencillos, como puede ser el caso de un pulverizador de perfume, a los más avanzados como la fuerza de sustentación que aparece en las alas de los aviones o la fuerza que "pega" los automóviles de Fórmula 1 al suelo, haciendo especial hincapié en las aplicaciones relacionadas con el cuerpo humano, como la detección de una estenosis aórtica o de soplos en el corazón, o el funcionamiento de máscaras respiratorias. También pondremos de manifiesto la importancia del régimen laminar de un fluido, en particular en la sangre, pues la aparición de un flujo turbulento al comprimir el vaso sanguíneo da lugar a ruidos que permiten medir la presión arterial, y así poder detectar la hipotensión o hipertensión, que pueden ser un síntoma importante de algunas enfermedades.

#### 6. Bibliografía

- Tipler, Paul A. (1995) Física Volumen I. Ed Reverté.
- Mandel, Muriel (1963). Física recreativa. Ed. Santillana.
- Ynaraja, Enrique (2014). Flujo sanguíneos en los vasos y cámaras sanguíneas: Soplos cardíacos
- www.vetpraxis.net. Infografía de Enfermería Creativa: "Ruidos de Korotkoff"