

MECÁNICA DE FLUIDOS PARA BACHILLERATO

FLUID MECHANICS FOR HIGH SCHOOL

Jorge Parra Vargas
Jaime Niño Rocha

RESUMEN

En este trabajo proponemos una manera alternativa de introducir el tema de mecánica de fluidos en el aula, evitando empezar directamente por el manejo de ecuaciones y conversiones. Esto como respuesta a la tendencia de enseñar este tema pasado puramente en el manejo matemático y sabiendo que es uno de los temas que forma parte el currículo de la educación básica.

Palabras clave: Mecánica de fluidos, enseñanza de la física.

ABSTRACT

In this paper we propose an alternative way of introducing the subject of fluid mechanics in classroom, avoiding starting directly by the handling of equations and conversions. This is in response to the tendency to teach this subject purely in mathematical management and, knowing that it is one of the topics inserted in basic science education curriculum.

Keywords: Fluid mechanics, physics teaching

Introducción

Una tendencia en nuestro país es la de enseñar física en cursos de educación básica. Esto trae como consecuencia que los profesores al explicar algunos temas opten por explicar la parte matemática (ecuaciones y conversiones) de un nivel que no corresponde al del estudiante.

En la mayoría de los casos este conocimiento se impone al estudiante, es decir, el niño simplemente realiza ejercicios mecánicos y recita definiciones sin comprender en realidad el fenómeno físico. Por estas razones vemos la necesidad de idear un material que facilite la enseñanza de la física a estos niveles. En nuestro trabajo abordaremos temas de fácil comprensión como lo pueden ser: el concepto de densidad, presión, principio de Arquímedes, principio de Pascal y principio de Bernoulli. Empezaremos por revisar el concepto de fluido.

FLUIDO

Cuando se termina un concierto en el estadio, la gente empieza a salir. Si nos ubicamos al lado de una de las puertas, veremos cómo sale una y otra y otra persona. Ahora bien, si nos ubicamos en la terraza de un edificio alto cercano al estadio podemos ver a las

personas como puntos. La multitud se ve como una mancha en movimiento, algo parecido a cuando se riega una taza de chocolate en la mesa. En dicho caso decimos que la gente fluye, al igual que el chocolate.

Entonces ¿qué es un fluido? Teniendo en cuenta la experiencia del concierto comparada con el chocolate, podríamos decir que **un fluido es la reunión de muchas partículas que se mueven bajo la influencia de sus compañeras y del medio que las rodea. En general todos los gases y líquidos se**

consideran fluidos. Si observamos la mancha de chocolate y la gente saliendo del estadio veremos que puede cambiar su forma, dependiendo de su entorno. Esta es una propiedad de los fluidos, puede cambiar su forma y adaptarse al envase que los contiene.

Escribe algunos ejemplos de fluido y discute con tus compañeros por qué piensas que es un fluido.

DENSIDAD

Actividad 1. Imagina que tenemos tres cubos de diferentes materiales, como hierro, madera e icopor. Los tres son del mismo tamaño. *¿Qué diferencias puedes encontrar entre ellos?* Escríbelas en el siguiente cuadro.

HIERRO	MADERA	ICOPOR

Actividad 2. Consigue cuatro pimpones o pelotas plásticas pequeñas del mismo tamaño, una jeringa, aceite de cocina, silicona y un recipiente con agua. Ábrele un pequeño agujero a tres de las pelotas, a la primera llénala con agua, a la segunda llénala con aceite de cocina y a la tercera llénala con arena. La silicona sirve para sellar el agujero de las pelotas para que no se desocupen.

¿Cuál es la masa de cada una de las pelotas? Si las introducimos en agua ¿qué podrá suceder? Ahora toma el recipiente con agua e introduce las cuatro pelotas. *¿Qué observas?*

Escribe en tu cuaderno lo que observaste. ¿Por qué crees que ocurre esto? ¿Cómo es posible que un barco de carga flote? ¿Por qué un globo se puede elevar?

Actividad 3. Consigue cuatro esferas macizas de diferente tamaño pero con la

misma masa. *Si las introducimos en agua ¿qué podrá suceder?* Colócalas en un recipiente con agua.

¿Por qué crees que ocurre esto?

Actividad 4. Pinta un cuadrado de 2 m de lado, o delimita un área en el salón de clase. Acomoda a cinco compañeros de pie en el cuadrado. Diles que se pueden mover si lo desean pero sin salir ni empujar a nadie fuera del cuadro. Ahora acomoda a 10 compañeros en el cuadro (con las mismas condiciones anteriores), pregúntales si hubo algún cambio. Imagina que ese recuadro con gente es un cuerpo que puedes coger y mover. Si pudieras medir su masa ¿cuál es mayor? Lógicamente en el segundo caso se obtiene una masa mayor pues hay más compañeros adentro, sin embargo el tamaño del cuadrado se mantiene igual. Es decir en el segundo caso tenemos un número mayor de personas por unidad de área, en este caso se dice que tiene una mayor densidad de población. Ahora pide a tus compañeros que entren todos los que puedan al cuadrado. ¿Qué pasa con la densidad de población?

¿Qué entiendes por densidad? ¿Se relaciona con alguna de las 3 actividades anteriores?

Reflexión: Todos los objetos o sustancias que existen, están constituidas por partículas, las cuales pueden “distinguirse” una de otra, pues existe una distancia entre ellas. Si tomamos un cubo de un centímetro de lado (1 cm^3), de determinado material veremos que en su interior hay una cierta cantidad de partículas. Si tomamos 1 cm^3 de otro material podremos observar que éste contiene una cantidad diferente de partículas. Algo similar a la actividad 4 (los compañeros en el cuadrado) tus compañeros son como las partículas que conforman el material, mientras que el cuadrado en el piso es como el centímetro cúbico de material. ¿Cuál será el material más denso? Diremos que el material más denso es aquel que tiene un mayor número de partículas en el mismo volumen (en nuestro caso el cubo). Pero contar el número de partículas es una tarea casi imposible, pues son tan pequeñas que no las podemos observar. Entonces ¿cómo podemos saber en donde hay más partículas? En la actividad cuatro afirmamos que había mayor densidad cuando era mayor el número de personas en el cuadrado, esto trae como consecuencia que la masa sea mayor cuando la densidad es mayor en el mismo cuadro, igualmente pasa con los diferentes materiales, es decir si tomamos cubos del mismo tamaño y de diferente material podremos afirmar que el de mayor masa es más denso. Para hablar de densidad debemos

tener en cuenta dos factores, como lo son la masa y el volumen del material. Hasta el momento hemos dicho que para comparar las densidades de dos materiales necesitamos tener el mismo volumen de cada una de ellas, pero esto no es obligatorio, pues en ocasiones es difícil

lograrlo. Por lo tanto lo que se hace es calcular o medir el volumen del material y medir su masa, para sacar una razón entre estas cantidades. Por ejemplo si tenemos 3 cm^3 de un material A cuya masa es 27 gramos y 8 cm^3 de un material B cuya masa es 40 gramos, ¿cuál tendrá mayor densidad? Para dar respuesta a la pregunta necesitamos saber cuál es la masa de 1 cm^3 de cada material (de esta forma podremos comparar cuál de los materiales tiene mayor masa y por lo tanto más partículas en 1 cm^3).

Para el material A tenemos 27 gramos en 3 cm^3 por lo tanto si efectuamos la división de la masa entre el volumen podremos saber cuál es la masa de 1 cm^3 de material.

$$\frac{27g}{3\text{cm}^3} = 9g/\text{cm}^3$$

En este caso decimos que la densidad del material A es 9 g/cm^3 . De la misma forma determinamos que la densidad del material B es 5 g/cm^3

Por lo tanto podemos concluir que la **densidad de un material es la cantidad de masa por unidad de volumen.**

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}, \text{ en símbolos: } \rho = \frac{m}{v}$$

Actividad 5. Disuelva sal en agua y luego halle la densidad del agua pura, agua sal y de aceite de cocina. ¿Cuál es mayor y cuál menor?

Actividad 6. Tome un vaso con agua e introduzca una gota de aceite en ella. ¿Qué sucede?. Tome ahora un vaso con aceite e introduzca una gota de agua en él. ¿Qué sucede? ¿A qué se debe esto?

¿Tiene que ver esto con la densidad de los dos líquidos?

Esta actividad puede conducir a las respuestas de las preguntas planteadas en la

actividad 2.

Discútelas con tu profesor.

PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES

Actividad 7. Toma un dinamómetro, y un objeto. Mide con el dinamómetro el peso del objeto, luego coloca tu mano debajo del objeto y empújalo hacia arriba suavemente (ver figura 1) Nota que se altera la medida del dinamómetro.

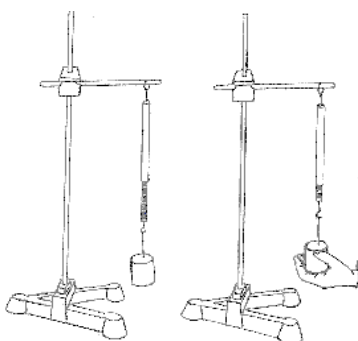


Figura 1

Actividad 8. Para esta actividad necesitamos: un recipiente con agua, un dinamómetro y un objeto metálico (preferiblemente) con forma de cubo.

Con el dinamómetro mida el peso del cubo. Luego realice el mismo procedimiento introduciendo totalmente el cubo en el agua (ver figura 2). ¿Cuál es la diferencia de los pesos?

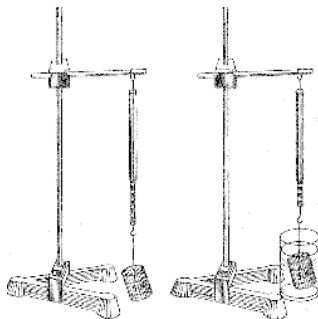


Figura 2.

Calcula el volumen del cubo metálico (exprésalo en m^3), luego multiplica este valor

por la densidad del agua (hallada en la actividad 5) y multiplícalo por 9.8 m/s^2
Compara este resultado con la diferencia entre los pesos hallados anteriormente.

Reflexión:

En la actividad 7. Podemos ver que hay una disminución en la medida del peso cuando se efectúa una fuerza empujando el objeto hacia arriba. En la actividad 8. Al introducir el objeto en el agua se percibe algo similar. En este caso se dice que el agua (y en general cualquier fluido) ejerce una fuerza de empuje hacia arriba a cualquier objeto que se introduzca en el fluido. **Esta fuerza de empuje es igual al peso del volumen de fluido desplazado por el objeto.** Dicha fuerza es la responsable de que algunos objetos floten.

PRESIÓN

Alguna vez has jugado montonera con tus compañeros, y de casualidad te ha tocado estar en la parte inferior y en otro caso en la parte superior ¿dónde es más cómodo estar?. Es claro que entre más arriba estés menos peso tienes que soportar, imaginémonos que tú y tus compañeros son partículas de un fluido en un recipiente. Las partículas del fondo están más presionadas por las de arriba, por lo cual entre más profundo esté una partícula en un fluido sentirá mayor presión.

Imaginemos dos recipientes cilíndricos de la misma altura pero con diferente radio, los dos están completamente llenos de pequeñas pepas. El fondo de cada uno de los recipientes tiene que soportar el peso de todas las pepas que contiene. ¿Cuál soporta mayor peso? Imagina que eres una de las pepas del fondo, ¿en cuál de los dos recipientes sería más cómodo estar?, ¿Qué diferencia hay? ¿Por qué?

Es claro que el recipiente más ancho contiene un mayor número de partículas y por lo tanto el fondo de este recipiente debe soportar un peso mayor. Mientras que la presión soportada por una partícula del fondo es igual en los dos casos, ya que una sola partícula no soporta a todas sus compañeras sino únicamente a las que están sobre ella. Podemos imaginarnos una columna de partículas, la cantidad de pepas que la conforman es la misma en los dos casos ya que las alturas son iguales. Esto significa que la presión en dos puntos que se encuentran a la misma altura es igual.

El fondo de cada recipiente soporta la presión de cada columna de pepas, de esta forma el fondo soporta una fuerza igual a la suma de las presiones de todas las columnas. Si asumimos que todas las columnas son iguales tendremos que la fuerza total soportada por

el fondo es igual a la presión de una columna multiplicado por el número de columnas. El número de columnas está relacionado con el área del recipiente. Ahora bien si las pepas son tan pequeñas como puntos, podemos decir que el número de columnas es el área del fondo del recipiente. De lo anterior podemos decir que la fuerza ejercida por un fluido es igual a la presión multiplicada por el área. $F = P A$ de donde $P = F/A$

La presión ejercida por un fluido en un punto dado es igual en todas las direcciones (ver figura 3).

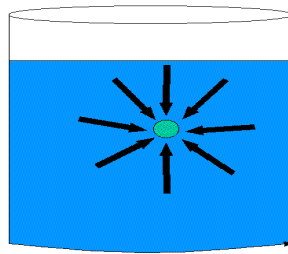


Figura 3.

Cuando nos encontramos en medio de un fluido la presión que éste ejerce sobre nosotros depende de qué tan profundo estamos, pues entre más hondo nos encontremos tendremos que soportar una mayor cantidad de fluido, además de esto la presión depende de las características del fluido como es la densidad pues entre mayor sea esta mayor será el peso de la columna que tengo que soportar. De esta forma tenemos que entre mayor sea la profundidad mayor es la presión y de igual manera entre más denso es el fluido la presión será mayor. por lo tanto podemos afirmar que

$$P = \rho gh$$

En donde ρ es la densidad del fluido, g es la aceleración gravitacional que equivale a 9.8m/s^2 y h representa la altura de la columna de fluido que se encuentra sobre el punto a estudiar.

PRINCIPIO DE PASCAL

Actividad 9. Necesitamos una jeringa, una manguera con orificios alineados y agua, llenamos la jeringa con agua, conectamos la manguera de forma que los orificios queden verticalmente hacia arriba y presionamos el embolo de forma continua y fuerte (ver figura 4). Observemos la altura de los chorros ¿por qué sucede esto?

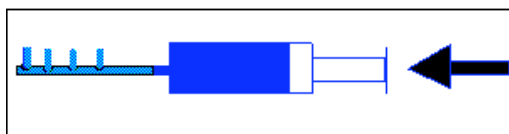


Figura 4.

Se espera que los chorros de agua alcancen la misma altura, esto se debe a que el émbolo ejerce una presión sobre el fluido y ésta se transmite en forma uniforme por todo el fluido.

Actividad 10. Para esta actividad requerimos de dos jeringas de diferente diámetro una manguera dos soportes y diferentes masas.

Llenamos con agua, las dos jeringas, hasta la mitad. Las conectamos con la manguera, las fijamos en los soportes y sobre el émbolo de la jeringa de mayor diámetro colocamos una masa de forma que el émbolo quede en el fondo de la jeringa. El émbolo de menor radio estará arriba. A continuación se empieza a agregar masa sobre el émbolo de diámetro menor hasta lograr que el otro émbolo empiece a subir. Compare las dos masas.

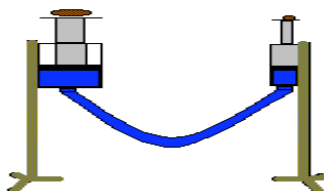


Figura 5.

En esta actividad podremos observar que para levantar la masa del émbolo de radio mayor se requiere una masa menor en el émbolo de menor radio. Esto se debe a que al aplicar una fuerza en uno de los émbolos, esta genera un incremento de presión que se trasmite a todo el fluido. Si los dos émbolos están a la misma altura se tiene que en las dos superficies se tiene la misma presión, sabemos que $P = F/A$ por lo tanto en la jeringa de la derecha $P_B = F_B / A_B$ y en la jeringa de la izquierda tendremos que: $P_A = F_A / A_A$ como las presiones son iguales se obtiene que $F_B / A_B = F_A / A_A$ de donde

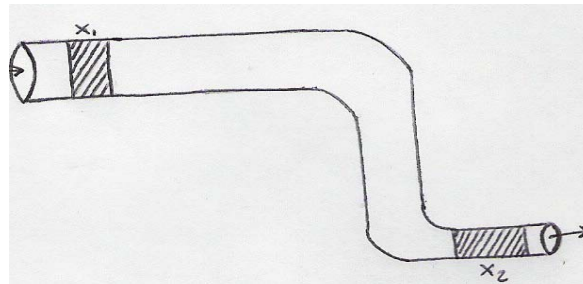
$$F_B = \frac{A_B}{A_A} F_A$$

Como $A_B < A_A$ tenemos que $A_B / A_A < 1$ lo cual significa que $F_B < F_A$. Es decir que se necesita aplicar menor fuerza en el embolo de radio menor.

DINÁMICA DE FLUIDOS

Cuando hablamos de dinámica hacemos referencia al movimiento. En nuestro caso hablaremos de fluidos en movimiento.

Imaginemos un tubo cuyo diámetro cambia a lo largo de él, y que fluye agua en su interior. La cantidad de agua que entra en un determinado tiempo debe ser igual a la cantidad de agua que sale por el otro extremo del tubo en el mismo tiempo. La cantidad de agua que fluye en la unidad de tiempo recibe el nombre de **caudal** y se denota con la letra **Q**. Así podemos afirmar que el caudal en cada uno de los extremos del tubo se mantiene constante.



En la gráfica representamos con sombra el caudal, el volumen de agua que fluye por unidad de tiempo en el lado ancho es igual al volumen de agua que fluye por unidad de tiempo en el lado angosto del tubo. Esto significa que las franjas azules en la gráfica representan volúmenes iguales. El volumen en el lado ancho está dado por $A_1 X_1$ y en el lado angosto está dado por $A_2 X_2$ en donde A representa el área y X la longitud de la zona azul. El subíndice 1 y 2 representa la zona ancha y la zona angosta respectivamente.

Como los volúmenes son iguales tenemos que $A_1 X_1 = A_2 X_2$ también sabemos que para una partícula en movimiento con velocidad constante $X = Vt$ por lo tanto tendremos que $A_1 V_1 t_1 = A_2 V_2 t_2$ pero como el caudal se calcula en la unidad de tiempo se tiene que los tiempos 1 y 2 son iguales y se pueden anular. Por lo tanto

se tiene que: $A_1V_1 = A_2V_2$ Esta ecuación se conoce con el nombre de **ecuación de continuidad**.

PRINCIPIO DE BERNOULLI

Partiendo del hecho que la energía se conserva, para nuestro caso de un fluido dentro de una tubería en la que cambia su diámetro y su altura tendremos que este principio también es válido. En un fluido podemos encontrar tres tipos de energía, uno debido a la presión, otro debido a la velocidad y el tercero debido a la altura. Como la energía se conserva, la suma de estas tres energías se mantiene

$K = \frac{1}{2} m v^2$ $m = \text{masa de agua}$ $v = \text{velocidad del agua}$ constante. La energía cinética está

dada por

$U = mgh$ $h = \text{altura del fluido con respecto a un punto de referencia}$ La energía potencial está dada por

La energía debida a la presión está dada por

$N = PV$ $V = \text{volumen de agua}$ Por lo tanto tendremos que

$$K + U + N = cte \quad \frac{1}{2} m v^2 + m g h + P V = c t e$$

Al dividir cada uno de los términos por el volumen V obtendremos

$$\frac{1}{2} \frac{m}{V} v^2 + \frac{m}{V} g h + P = cte \text{ sabemos que } \rho = \frac{m}{V} \text{ entonces } \frac{1}{2} \rho v^2 + \rho g h + P = cte$$

Esta última ecuación es conocida como **ecuación de Bernoulli**