

Dificultades conceptuales en dinámica de fluidos

Introducción:

Aunque hace tiempo que existen investigaciones sobre dificultades conceptuales en dinámica de fluidos, estas en general han estado enfocadas a la relación entre la presión y la velocidad.

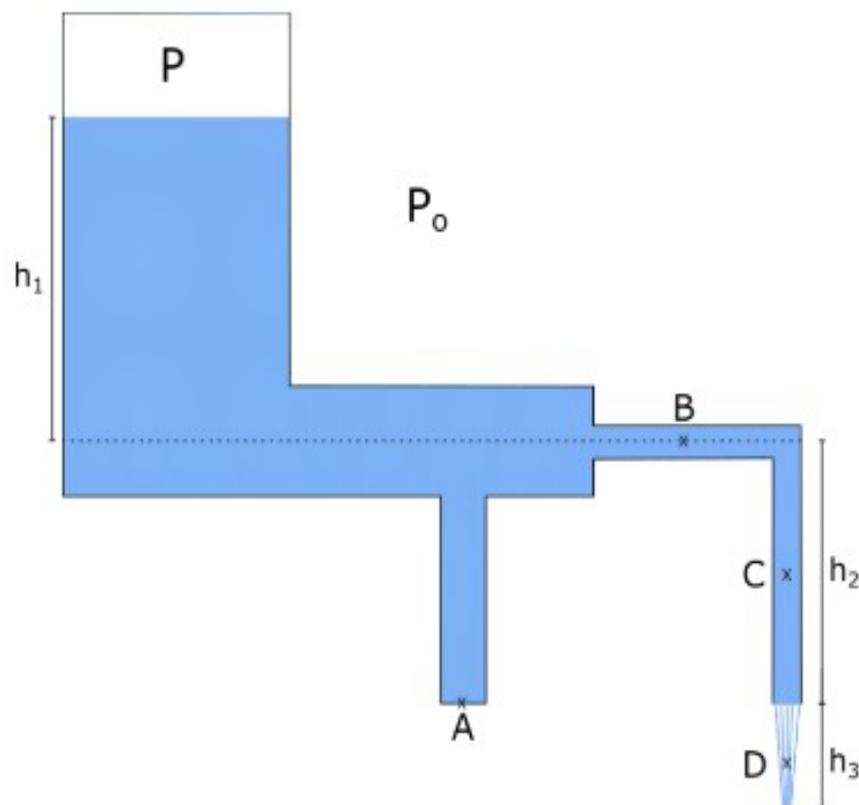
El objetivo de este trabajo es hallar las dificultades que tienen los estudiantes para entender diferentes conceptos de dinámica de fluidos en cursos introductorios de Física.

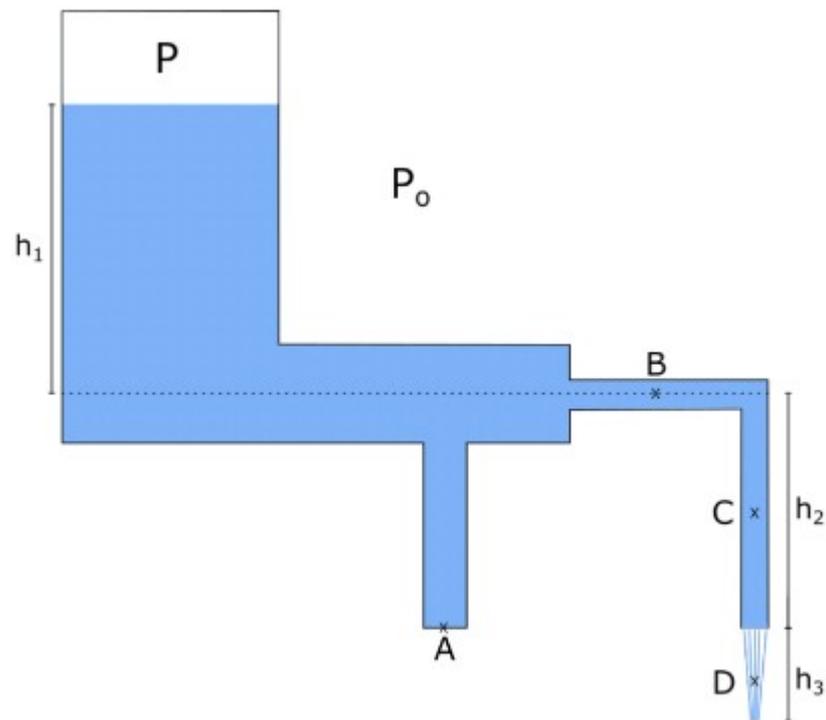
El fin de determinar qué conceptos presentan mayor dificultad de aprendizaje para los estudiantes es poder desarrollar mejores estrategias de enseñanza para conseguir un mejor desempeño académico.

Metodología

- Población objetivo: estudiantes del curso de Física 2 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República. Duración de 15 semanas, 5 horas, dedicando tres semanas de clase a tópicos referidos a estática y dinámica de fluidos. Bibliografía: Física General de Tipler y Mosca 2005, Sears, et al 2013 y Resnick, et al 2002.
- Se analizaron 129 parciales realizados en mayo de 2017. En particular 3 partes de un ejercicio de dinámica de fluidos.
- El parcial tenía una duración de 3h donde se pedía resolver un ejercicio de fluidos y otro de ondas.

Un tanque cerrado de sección S , contiene líquido de densidad ρ y en la parte superior aire a presión P , con $P \neq P_o$. En la parte inferior del tanque, se conecta una tubería horizontal, la cual se divide en dos zonas: una cuya sección es S_1 (con $S_1 \ll S$), y otra más angosta de sección $S_2 = S_1/2$. En la zona de sección S_1 , se conecta un tubo recto vertical (también de sección S_1) de altura h_2 , cuyo extremo inferior está sellado. La zona de sección S_2 , termina en un tubo vertical de altura h_2 y sección S_2 , desde donde el fluido es descargado a la atmósfera.





- a) Sea el punto **A** marcado en la Figura, el cual se encuentra en la base del tubo sellado. Determine la presión en dicho punto, en función de los parámetros del problema.

Resultados parte a:

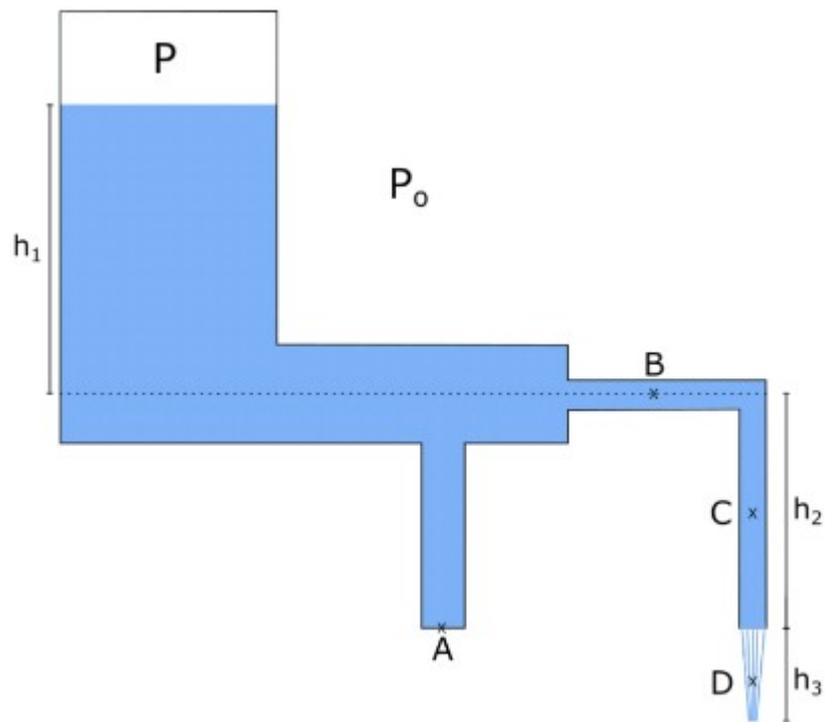
Es el ejercicio más realizado de todos.

Es el ejercicio con más respuestas correctas.

Los 2 errores principales fueron utilizar la ecuación de Bernoulli entre 2 puntos que no están conectados por una línea de corriente, y utilizar la ecuación de hidrostática utilizando un punto donde el fluido está en movimiento.

Categoría	Correcto	No contesta	Bernoulli mal	Hidrostática mal	Otro
Porcentaje	47.3%	0.8%	18.6%	24%	14%

Sólo 8% de los estudiantes cometieron más de un error conceptual.



- b) Considere los puntos **B** (dentro del tubo horizontal de sección S_2), **C** (dentro del tramo vertical) y **D** (fuera del mismo). Determine **de forma cualitativa** la aceleración del fluido al pasar por las posiciones indicadas. Asuma que dichos puntos están lo suficientemente alejados del angostamiento de la tubería horizontal, el codo y de la boca de salida de la tubería, de forma tal de poder despreciar cualquier cambio brusco en la dinámica del fluido.

Resultados parte b:

Aproximadamente $\frac{1}{4}$ de los estudiantes contestaron correctamente y $\frac{1}{5}$ dejaron en blanco el problema.

Los principales errores conceptuales que se encontraron son creer que el fluido se encuentra en caída libre dentro del tubo, creer que la aceleración varía dentro del tubo debido a la presión y/o altura, y no considerar que sí está en caída libre al salir del tubo.

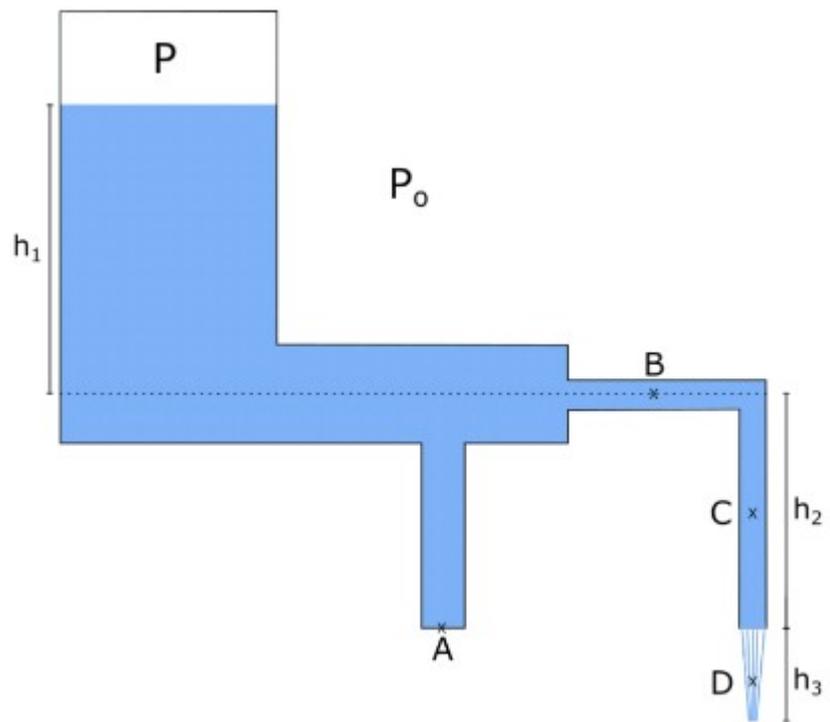
Además varios trataron de resolver el problema utilizando mecánica newtoniana de manera incorrecta, obteniendo como un resultado aceleración mayor que g .

Resultados parte b:

Categoría	Correcto	No contesta	Aceleración g en C	Aceleración depende de altura y/o presión	No acelera con g en D
Porcentaje	24%	19.4%	19.4%	17.8%	32.6%

Categoría	Newton mal	Otro
Porcentaje	11.6%	17.8%

En total 24.8% de los estudiantes cometieron más de un error conceptual diferente. 78.4% de los que piensan que la aceleración depende de la altura/presión, no reconocen que el fluido se acelera con la gravedad al salir del tubo y 39.2% creen que si lo hace dentro del tubo.



c) Compare las presiones en los puntos **C** y **D**. Justifique su respuesta conectándola con la parte (b).

Resultados:

Aún menos estudiantes respondieron ésta parte y hubo menos respuestas correctas. Los principales errores fueron justificar que la presión es mayor arriba porque el fluido está cayendo y decir que la presión es mayor arriba o abajo comparando las velocidades de los puntos ignorando la variación de altura o la ecuación de Bernoulli completamente. La mayoría de respuestas fueron clasificadas como “otro” porque no justificaron fundamento con texto ni ecuaciones.

Categoría	Correcto	No contesta	Presión arriba mayor que abajo	Presión sólo depende de v	Otro
Porcentaje	18.6%	22.5%	22.5%	14%	30.2%

Sólo 8.8% de los estudiantes cometieron más de un error conceptual.

Conclusiones:

La utilización de la ecuación de Bernoulli entre dos puntos que no están conectados por una línea de corriente podría deberse a la falta de representación en los diagramas.

Se vió el uso erróneo de la ecuación para fluidos en reposo por un malentendido de aproximación matemática.

En general los estudiantes usan las ecuaciones sin considerar en qué situaciones son aplicables.