

Copa Pitagórica

Manuel Mauricio Jasso Ortiz

Grupo Quark, Museo de Ciencias, Universidad Autónoma de Zacatecas

Resumen

La copa pitagórica es un recipiente similar a una copa común,; en su exterior no aparenta nada raro. Sin embargo esconde un secreto: no puede llenarse hasta el tope, debido a que por dentro posee una columna hueca en forma de U invertida, que hace que al llenarse más allá de cierta altura se empiece a vaciar. El funcionamiento de la copa tiene mucha semejanza con cómo funcionan los inodoros modernos, lo cual puede ser descrito mediante el principio de Pascal y el concepto de sifón.

Tipo de público (marcar con X los que correspondan)

Estudiantes				
Preescolar	Primaria	Secundaria	Bachillerato	
	X	X	X	
Otros sectores				
Familias	Jóvenes adultos	Adultos mayores	Madres de familia	Otro (especificar)
	X			
¿La actividad se diseñó para trabajar con personas con alguna discapacidad? Especificar				
No				

Área de la ciencia: Física
Ingeniería

Conceptos clave: Presión
Principio de vasos comunicantes
Succión
Funcionamiento de sifón

Objetivo (s)

Explicar el funcionamiento de los inodoros.
Desafiar a los participantes a descubrir el funcionamiento de una copa pitagórica.
Mencionar el contexto histórico de la copa pitagórica.
Relacionar el conocimiento de la copa con fenómenos de la vida cotidiana.

Tipo de actividad: Taller

Duración sugerida: de 10 a 15 minutos

Material	
Grupal	
Por pareja	El taller está pensado para llevarse a cabo por parejas, cada una de las cuales usará los objetos siguientes: 1 popote flexible 1 vaso desechable de plástico con una perforación en la base ¼ de barra de plastilina
Requerimientos técnicos	
Se requiere de una cubeta de agua, así como de un recipiente para verter agua.	
Factores de riesgo	
Tener cuidado al hacer los hoyos de la copa	

Marco teórico

La presión es el nombre que le damos a la magnitud física que representa la cantidad de fuerza que se aplica sobre un área dada. Cuando se presiona un cuerpo con un área determinada A se entiende que hay una fuerza F que se distribuye sobre A . Un ejemplo de esto puede ser un buzo que experimenta una fuerza equivalente a la cantidad de agua sobre la superficie de su cuerpo, aunque uno puede relacionar el concepto con la fuerza que de un cuerpo sólido al encontrarse sobre una superficie.

La atmósfera es la capa de aire que se extiende a cientos de kilómetros de altura sobre nuestro planeta. A la presión que ejerce el peso del aire sobre la superficie de la Tierra se le conoce como presión atmosférica. Si bien la presión atmosférica al nivel del mar es de alrededor de 101 kPa, ésta varía de acuerdo a la altura; a mayor altura menor presión atmosférica, pues se dispone de menos gas por encima de nosotros

La copa pitagórica, o copa del envidioso, es una invención que sirvió como burla y castigo para los estudiantes de la escuela pitagórica. Fue inventada por Pitágoras de Samos, el filósofo al que la escuela debe su nombre.

Pitágoras enseñaba conceptos de matemáticas, filosofía y trataba de inculcar a sus estudiantes el cómo llevar una vida plena. Uno de sus conceptos clave era la moderación. La copa se diseñó como una forma de asegurarse que los estudiantes que pecaran de envidiosos terminaran sin poder disfrutar su vino, y avergonzados frente a sus compañeros.

Cuando se agrega agua a la copa la columna en forma de U invertida comienza a llenarse a medida que aumenta el nivel de líquido como se observa en la Figura 1. El tubo y la copa se encuentran comunicados. Al estar conectados comenzarán a llenarse a la misma altura sin

importar que tengan formas tan distintas. Cuando dos recipientes se encuentran conectados de esta manera son llamados vasos comunicantes. Son parte del funcionamiento de un sifón.

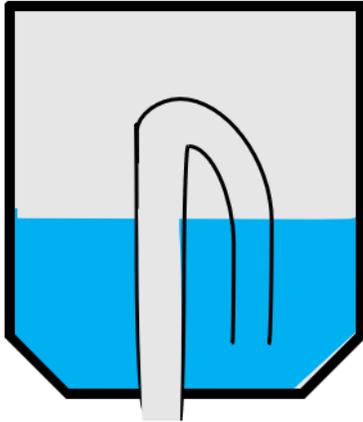


Figura 1. A medida que se agrega líquido a la copa la columna en su interior comenzará a llenarse

En el interior de la columna el volumen de aire contenido es desplazado por el agua. A medida que se añade más agua, el nivel del líquido sube, y cuando rebasa el punto más alto de la ‘U invertida’, termina por caer. Una vez que el agua comienza a fluir al exterior, la presión dentro del tubo disminuye, lo cual provoca que la presión del aire exterior empuje al agua dentro del vaso para subir por la columna; se establece así un flujo hasta igualar las presiones. Este fenómeno es conocido como succión.

Una copa pitagórica es un ejemplo de sifón, un dispositivo que permite transferir un fluido de un espacio físico a otro. Los sifones aprovechan la fuerza de gravedad para bajar el fluido por la columna en forma de U y la diferencia de presiones hace que la succión mantenga el flujo incluso cuando el nivel del líquido esté debajo de la ‘U invertida’. El sifón aprovecha la diferencia de alturas entre la reserva de la que se va a extraer fluido y la reserva a la que se le transferirá, y puede seguir funcionando sin añadir más energía una vez se llega al nivel debido a la diferencia de presiones generada en el interior del tubo.

Flujo de la actividad:

Procedimiento:

El tallerista puede decidir si armar o no las copas con el público. En este caso se decidió abarcar el desarrollo del taller con las copas armadas. De forma breve, el procedimiento para armar una copa pitagórica es:

- a) Con un clavo, cuchillo, exacto o similar, perforar un agujero suficientemente grande para que entre el popote en la base del.
- b) Introducir el popote por el agujero hasta la mitad, de modo que el extremo que quede dentro del vaso apunte hacia abajo.
- c) Fijar el popote con plastilina. Hacerlo por ambos lados, dentro y fuera del vaso, y verificar que no queden espacios por donde el agua pueda escapar.

A partir de aquí se considera la actividad con las copas armadas:

- 1) Preguntar a los participantes si creen que existe un recipiente que pueda vaciarse por completo si trata de llenar. Adicionalmente puede preguntarse si hay alguna relación entre la antigua Grecia y los inodoros.
- 2) Mostrar la copa a los participantes, pasarla de uno en uno y preguntarles si el popote afectará en algo.
- 3) Escoger dos voluntarios, uno que sostenga la copa y otro que pueda llenarla lentamente con el vaso
- 4) A medida que se vaya llenando la copa comentar cómo va subiendo el nivel del agua dentro del popote. Preguntar si los presentes conocen el concepto de presión atmosférica y mencionar cómo la presión dentro del tubo cambia a medida que añadimos agua. El nivel del agua ejerce mayor presión en comparación al aire debido a que tiene una mayor densidad. A medida que aumenta el nivel del agua se genera una diferencia de presiones. Hacer énfasis en qué función puede jugar el popote y si hay posibilidad de que el agua escape por ahí. Para aumentar la expectativa puede pedírsele a los voluntarios que se detengan un poco antes de que el nivel del agua supere la altura del popote y preguntar si están seguros de su respuesta; luego seguir rellenando.
- 5) Una vez que la altura del popote sea superada la copa empezará a vaciarse. Preguntar cómo afecta el nivel del agua en la copa y hacer énfasis en que el sifón no comienza a funcionar hasta que el nivel del agua alcanza el nivel máximo de la columna.
- 6) Explicar el principio detrás de la copa: cuando el nivel del agua supera el de la U invertida, comienza a caer debido a la gravedad. El flujo de agua provoca una diferencia de presiones entre el interior y exterior del tubo, lo que provoca el fenómeno de succión y permite al sifón funcionar hasta que las presiones se igualen. De este modo, se explica que tanto la gravedad como la succión participan en el funcionamiento de un sifón. Mencionar cómo se relaciona con los inodoros; cuando uno baja la palanca se añade un volumen de agua que eleva el volumen por encima del nivel del tubo que conecta al inodoro con el drenaje, de modo que funciona como sifón.

Datos Curiosos:

Los olores presentes luego de utilizar un inodoro deberían irse luego de bajar la palanca; al emplear el sifón la diferencia de presiones permite que el agua se vaya por la tubería. El flujo no sólo se lleva consigo el agua; también evita que los malos olores salgan del inodoro. De ahí su nombre y su conveniencia. Otra de las aplicaciones comunes del sifón que no tiene que ver con plomería es su uso para pasar gasolina de un tanque a un recipiente. Esto puede hacerse mediante succión, ya sea hecha por una persona o apoyándose de una bomba de sifón.

Bibliografía

Siphon. (s. f.). Harvard Natural Sciences Lecture Demonstrations.

<https://sciencedemonstrations.fas.harvard.edu/presentations/siphon>

Atmosphere. (s. f.). <https://education.nationalgeographic.org/resource/atmosphere/>

Skullsinthestars. (2012, 26 abril). *Physics demonstrations: the Pythagoras cup.* Skulls In

The Stars. <https://skullsinthestars.com/2012/04/26/physics-demonstrations-the-pythagoras-cup/>