

Las siguientes tres experiencias son independientes una de otra, no es necesario que las realicen a las tres experiencias juntas.

Experiencia 1. Forma de un chorro de agua

En 1738, Daniel Bernoulli publicó un libro que hoy en día es referencia para la física: *Hydrodinamica*. En él, se ocupa de la mecánica de fluidos basando su estudio en torno a la idea de la conservación de la energía. Este libro describe la teoría del agua que fluye a través de un tubo y luego del agua que fluye desde un agujero en un recipiente. A través de este enfoque logró explicar la naturaleza de la presión hidrodinámica y descubrió el papel que la pérdida de vis viva incidía en el flujo de fluido, lo que más tarde sería conocido como el principio de Bernoulli.

Cuando se abre un grifo, se crea un chorro de agua de forma cónica (Figura 1). Su diámetro va disminuyendo a medida que aumenta su distancia a la boca del grifo, hasta que el flujo pasa a ser turbulento y se separa en gotas.

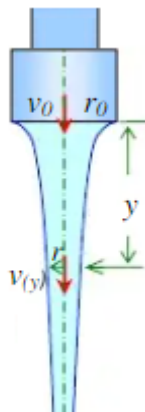


Figura 1. Forma de un chorro de agua que sale desde un grifo.

Se denomina **turbulento** al flujo cuando el fluido posee vórtices al fluir (como remolinos), mientras que se llama flujo **laminar** cuando el fluido mantiene un movimiento ordenado y paralelo a las paredes del recipiente por el que está circulando. La Figura 2 esquematiza esta situación.

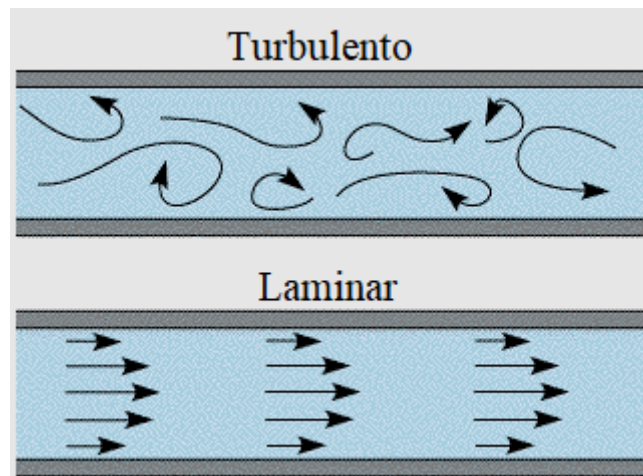


Figura 2. Ejemplo de fluidos en régimen turbulento (arriba) o laminar (abajo).

En el caso del agua que se desprende del grifo, inicialmente el flujo es laminar (pues tiende a mantener la forma ordenada que traía al circular por el tubo del grifo). Se vuelve turbulento (se separa en gotas) debido a interacciones con el aire circundante.

Ahora bien, suponiendo que la velocidad de salida del agua en la boca del grifo es v_0 , la velocidad del agua aumenta a medida que se separa de la boca del grifo debido a la aceleración de la gravedad g , de manera que dicha velocidad v_y en función de la altura "y" puede calcularse como:

$$v_y^2 = v_0^2 + 2 \cdot g \cdot y \quad (1)$$

El caudal Q puede calcularse a partir del volumen vertido ΔV y el tiempo Δt , o bien a partir de la velocidad del fluido v y del área que atraviesa A , como se muestra en la ecuación 2:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = v \cdot A \quad (2)$$

Sabemos que el caudal de agua Q se conserva, es decir que a cualquier altura pasa el mismo volumen de agua por unidad de tiempo, entonces se cumple que:

$$Q_y = Q_0$$

$$v_y \cdot A_y = v_0 \cdot A_0$$

$$v_y \cdot \pi \cdot r_y^2 = v_0 \cdot \pi \cdot r_0^2 \quad (3)$$

Por lo tanto, para que el caudal sea el mismo a cualquier altura, si aumenta la velocidad del chorro de agua tiene que disminuir su área.

Combinando las ecuaciones 1 y 3 puede formularse un modelo que permita vincular el radio del chorro de agua con la altura:

$$r_y^2 = \frac{v_0 \cdot \pi \cdot r_0^2}{v_y \cdot \pi} = \frac{v_0 \cdot r_0^2}{v_y} = \frac{v_0 \cdot r_0^2}{\sqrt{v_0^2 + 2 \cdot g \cdot y}}$$

o bien

$$r_y = r_0 \cdot \sqrt[4]{\frac{v_0^2}{v_0^2 + 2 \cdot g \cdot y}} \quad (4)$$

Objetivo

- Estimar la velocidad del agua a distintas alturas a partir de la forma de un chorro que sale por un grifo.

Materiales

- Grifo del cual salga agua en régimen laminar, 1.
- Vaso de precipitado de 200 ml, 1.
- Cronómetro, 1.
- Regla milimetrada, 1.
- Cámara fotográfica digital (puede ser la del celular), 1.

Procedimiento

1. Utilizando la regla milimetrada, midan el diámetro interno D_0 del grifo, como se muestra en la Figura 3. Esto les permitirá calcular el radio inicial r_0 . Anoten estos valores en la Tabla 1.

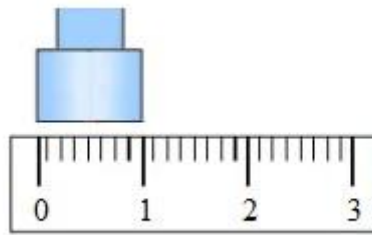


Figura 3. Posición de la regla respecto al grifo para medir su diámetro interno.

2. Coloquen la regla de forma vertical detrás del grifo o en alguna posición que permita medir distintas alturas para el chorro de agua. El cero de la regla debe estar en el inicio del chorro, como se muestra en la Figura 4.

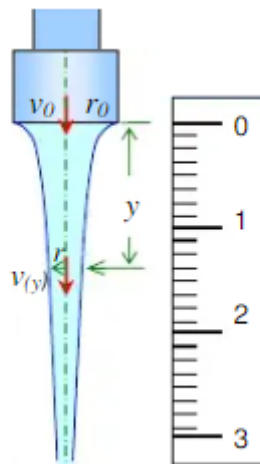


Figura 4. Posición de la regla respecto al grifo para medir distancia vertical.

3. Abran el grifo de agua de manera que tenga un régimen laminar, es decir, que el agua salga en forma clara y sin turbulencias.
4. Tomen una fotografía del chorro de agua que permita ver su forma cónica y en la cual se vea la regla.
5. Tomen el cronómetro. De forma coordinada, pongan a llenar el vaso de precipitado con el chorro de agua al mismo tiempo que inician el cronómetro, y deténganlo cuando el agua llegue a la marca de 200 ml (o a la marca que posea su vaso). Anoten el volumen ΔV y el tiempo medido Δt en la Tabla 1.
6. Cierren el grifo y descarten el agua del vaso de precipitado.

Diámetro inicial del chorro de agua D_0 (cm)	
Radio inicial del chorro de agua $r_0 = D_0/2$ (cm)	
Volumen de agua en el vaso de precipitado ΔV (ml)	
Tiempo Δt (s) medido en el paso 5	

Tabla 1.

Actividades

- 1) Utilizando la ecuación 2 y los datos del volumen vertido y el tiempo de la Tabla 1, calculen el caudal del grifo.

- 2) Utilizando el caudal calculado y el radio inicial r_0 , y a partir la ecuación 2, calculen la velocidad inicial v_0 . Utilicen la equivalencia $1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$ para obtener la velocidad en cm/s.

- 3) Con ayuda de una computadora (o con el mismo celular), abran la fotografía tomada.
- 4) Observando la regla en la fotografía, elijan una altura a la cual el chorro se vea más angosto que el inicial.



Centro de Desarrollo del Pensamiento
Científico en Niños y Adolescentes
Secretaría Académica - UNCuyo



- 5) Con esa altura y utilizando las ecuaciones 3 y 4 calculen la velocidad del agua y el radio del chorro de agua a esa altura. Utilicen $g = 980 \frac{cm}{s^2}$.

- 6) Vuelvan a calcular la velocidad del agua a esa altura pero utilizando la ecuación 1.

- 7) Repitan toda la experiencia abriendo más el grifo, de manera que cambie el caudal de agua. También pueden intentar repetir la experiencia abriendo el grifo lo menos posible para que la diferencia de diámetros sea más marcada.

- 8) Respondan las siguientes preguntas:

- a. ¿Coinciden los valores de velocidad obtenidos en las actividades 5 y 6?



Centro de Desarrollo del Pensamiento
Científico en Niños y Adolescentes
Secretaría Académica - UNCuyo



b. ¿Los valores en los radios calculados coinciden con los que pueden estimarse por comparación a partir de las fotografías tomadas?

c. ¿El modelo propuesto responde bien a la experiencia? ¿En qué casos deja de funcionar correctamente?

d. ¿Qué conceptos de física fueron utilizados para realizar esta experiencia?



EXPERIENCIA 2: “Nada se pierde, todo se transforma”

Antoine Lavoisier nació el 26 de agosto de 1743 en París, Francia y vivió en el siglo XVIII, durante un período de cambios significativos en la ciencia y la revolución industrial. Fue el padre de la ley de conservación de la masa, uno de los principios fundamentales en la química que revolucionó nuestra comprensión de las reacciones químicas. Su descubrimiento de esta ley surgió de un extenso trabajo con experimentos meticulosos, incluyendo la combustión, reacciones químicas y estudios sobre la composición del aire.

Lavoisier, a menudo considerado el padre de la química moderna, formuló esta ley en términos sencillos pero esenciales: "En una reacción química, la masa total de las sustancias antes de la reacción es igual a la masa total de las sustancias después de la reacción". En otras palabras, la materia no puede ser creada ni destruida en una reacción química, solo se transforma.

Esta idea parece trivial hoy en día, pero en la época de Lavoisier, fue una idea revolucionaria que contradecía las creencias anteriores sobre la alquimia y la transmutación de elementos. La ley de conservación de la masa proporcionó una base sólida para el desarrollo de la química moderna y sentó las bases para la ley de conservación de la energía y otras leyes fundamentales en la ciencia. Lavoisier es hoy en día conocido por su papel crucial en la transformación de la química de una disciplina especulativa y mística a una ciencia precisa y experimental.

A lo largo de los años, esta ley ha sido confirmada y refinada a través de numerosos experimentos y observaciones, y sigue siendo una piedra angular de la química. Su aplicación es fundamental en una amplia variedad de disciplinas científicas, desde la química hasta la física y la biología, y juega un papel esencial en la comprensión de las transformaciones de la materia en nuestro mundo.

Objetivos

- Demostrar que la cantidad de productos de una reacción depende de la cantidad de reactivos utilizados.
- Adquirir nociones de la ley de conservación de la masa en reacciones químicas.

Materiales

- Vinagre de alcohol, 300 ml.
- Bicarbonato de sodio, 50 g.
- Botellas de plástico de 500 ml, 4.
- Globos, 3.
- Jeringa de 10 ml, 1.



- Marcador indeleble, 1.
- Papeles de 15 cm x 15cm, 4.
- Balanza, 1.
- Cinta métrica de al menos 1 m, 1.

PARTE A

Procedimiento

1. Con ayuda del marcador indeleble etiqueten las 4 botellas como "A", "B", "C" y "D".
2. Midan con la jeringa 50 ml de vinagre y colóquenlos en la botella "A".
3. Utilizando la balanza midan la masa de la botella "A" con su contenido y anoten el resultado en la Tabla 1.
4. Utilizando la balanza y uno de los papeles, midan 10 g de bicarbonato de sodio. Anoten la masa en la Tabla 1.
5. Añadan el bicarbonato de sodio a la botella "A". Esperen hasta que termine la reacción y observen lo que sucede. Pueden agitar levemente para ayudar a que se complete la reacción (cuando deje de burbujear).
6. Una vez terminada la reacción, vuelvan a medir la masa de la botella "A" con su contenido y completen la **Tabla 1**.

Tabla 1

Masa botella + vinagre (g)	Masa bicarbonato de sodio (g)	Masa total antes de la reacción (g) (Masa botella + vinagre + bicarbonato de sodio)	Masa botella + contenido luego de la reacción (g)	Diferencia de masa antes y después de la reacción (g)



Actividades

- 1) El vinagre de alcohol está compuesto mayoritariamente por ácido acético (CH_3COOH) y al reaccionar con bicarbonato de sodio (NaHCO_3) se genera acetato de sodio (CH_3COONa), agua y dióxido de carbono.

Escriban y balanceen la reacción química que ocurre durante el experimento realizado.

- 2) Indiquen en qué estado de agregación se encuentra cada una de las sustancias químicas participantes en la reacción:

Sustancia química	Estado de agregación (Sólido / Líquido / Gaseoso)
Ácido acético	
Bicarbonato de sodio	
Acetato de sodio	
Agua	
Dióxido de carbono	

- 3) Para corroborar el cumplimiento de la ley de conservación de masas de Lavoisier, se debería observar la misma masa antes y después de la reacción. ¿Observaron este comportamiento durante el experimento? ¿A qué creen que se debe?



Centro de Desarrollo del Pensamiento
Científico en Niños y Adolescentes
Secretaría Académica - UNCuyo



- 4) Calculen la masa de dióxido de carbono generado durante la reacción, basándose en las medidas tomadas experimentalmente.

- 5) De acuerdo con las masas de reactivos tomadas, ¿cuál es el reactivo limitante?. Consideren que en 100 ml de vinagre de alcohol hay 5 g de ácido acético.



Centro de Desarrollo del Pensamiento
Científico en Niños y Adolescentes
Secretaría Académica - UNCuyo



6) Utilizando lo obtenido en los puntos 4 y 5 calculen el rendimiento de la reacción.

PARTE B

Procedimiento

1. Con ayuda del marcador indeleble etiqueten los 3 globos como "B", "C" y "D".
2. Midan con la jeringa 25 ml de vinagre y colóquenlos en la botella "B".
3. Utilizando la balanza y un papel, midan 5 g de bicarbonato de sodio y agréguelos dentro del globo "B".
4. Sin que caiga el bicarbonato de sodio en el líquido, coloquen el globo "B" en la boca de la botella "B".
5. Vuelquen todo el bicarbonato de sodio que está en el globo "B" dentro de la botella "B", de modo que se mezcle con el vinagre. En este proceso no deben sacar el globo de la boca de la botella, si fuera necesario sosténganlo con la mano. Esperen hasta que termine la reacción (cuando deje de burbujear) y observen lo que sucede. Pueden agitar levemente para ayudar a que se complete la reacción.
6. Retiren el globo "B" con cuidado de la boca de la botella "B" y háganle un nudo de modo que no se escape el gas contenido en su interior.
7. Midan el diámetro del globo "B" utilizando la cinta métrica y completen la **Tabla 2**.
8. Midan con la jeringa 50 ml de vinagre y colóquenlos en la botella "C".
9. Utilizando la balanza y un papel, midan 10 g de bicarbonato de sodio y agréguelos dentro del globo "C".



10. Repitan los pasos 4, 5, 6 y 7 con el globo y la botella "C".
11. Midan con la jeringa 75 ml de vinagre y colóquenlos en la botella "D".
12. Utilizando la balanza midan sobre uno de los papeles 15 g de bicarbonato de sodio y agréguelos dentro del globo "D".
13. Repitan los pasos 4, 5, 6 y 7 con el globo y la botella "D".

Tabla 2

Botella	Volumen de vinagre (mL)	Masa de bicarbonato de sodio (g)	Diámetro del globo (cm)
B			
C			
D			

Actividades

- 1) Ordenen las botellas según la cantidad de producto de reacción que generaron de mayor a menor.

_____ > _____ > _____

- 2) Haciendo la aproximación de que el globo es una esfera, calculen el volumen de dióxido de carbono generado en cada experiencia.

	Volumen de dióxido de carbono (cm ³)	Volumen de dióxido de carbono (L)
Globo B		
Globo C		
Globo D		



- 3) Busquen en internet la temperatura y la presión atmosférica de su ciudad durante el día de hoy y, utilizando la ley de gases ideales, calculen la masa de dióxido de carbono generada en cada una de las experiencias.

	Masa de dióxido de carbono (g)
Globo B	
Globo C	
Globo D	

- 4) Completen, con las palabras del catálogo, el siguiente párrafo para que sea verdadero.

Catálogo	mayor - ácido acético - dióxido de carbono - productos - gaseoso - reactivos - disminuye - igual
----------	--

Cuando se mezcla vinagre (_____) con bicarbonato de sodio se produce una reacción química que libera _____, compuesto que se encuentra en estado _____. En el experimento pudimos observar que a medida que la masa de los _____ disminuye, el volumen del globo _____. Esto indica que, a _____ masa de reactivos se produce mayor masa de _____, cumpliendo así con la Ley de Conservación de la Masa la cual postula que la masa total de los reactivos es _____ a la masa total de los productos.



Experiencia 3: Recreación de la Experiencia de Pasteur

Durante siglos, desde la Antigüedad hasta mediados del siglo XIX, la teoría de la generación espontánea tuvo mucha aceptación. Pero Pasteur, continuando el camino iniciado por Redi (y otros investigadores), demostró experimentalmente que los seres vivos, inclusive los microorganismos, son el resultado de la reproducción de otros seres vivos de la misma especie.

Esta actividad experimental, nos brinda la posibilidad de recrear el experimento que realizó Pasteur en 1886.

Objetivos

- Recrear la experiencia realizada por Pasteur.
- Someter hipótesis a prueba para aceptar o rechazar la explicación de un fenómeno.

Materiales

- Tubos de ensayo, 8.
- Gradilla, 1.
- Tubos de vidrio o plástico o sorbete recto, 2.
- Tubos de vidrio o plástico o sorbete curvado (o doblado), 2.
- Taza llena de puré de zapallo calabaza, coreano o inglés, 1.
- Vaso de precipitado 250 ml, 1.
- Mechero, trípode y tela de amianto, 1.
- Marcador indeleble, 1.
- Barrita de plastilina, 6 (o tapones perforados para tubos, 4 y tapones cerrados para tubos, 2).
- Servilletas, 5.
- Cucharita descartable, 1.
- Varilla de vidrio, 1.
- Agua, 1 L.
- Pinza de madera, 1.
- Cronómetro, 1.

PARTE A

Procedimiento

1. Con el marcador, rotulen los tubos de ensayo con las letras de la A a la H y ubíquenlos en la gradilla.



2. Coloquen en cada tubo de ensayo una cucharadita de puré de zapallo. Utilicen la varilla de vidrio, para ayudar a que todo el puré esté en la base de los tubos.
3. Vuelvan a ubicar los tubos de ensayo en la gradilla. Limpian con una servilleta la boca de los tubos, para evitar que quede zapallo en los bordes.
4. Tapen los tubos B y D (con tapones cerrados o plastilina). Asegúrense que queden cerrados lo más herméticamente posible y ubíquenlos en la gradilla.
5. Tomen dos tapones perforados o plastilina y coloquen en ellos los tubos de vidrio o sorbetes rectos. Tapen con estos tapones los tubos E y G. Asegúrense que queden cerrados lo más ajustado posible. Ubíquenlos en la gradilla.
6. Tomen dos tapones perforados o plastilina y coloquen en ellos los tubos de vidrio o sorbetes curvados. Tapen con estos tapones los tubos F y H. Asegúrense que queden cerrados lo más ajustadoe posible. Ubíquenlos en la gradilla.
7. Los tubos A y C quedarán destapados.

PARTE B

8. Coloquen los tubos C, D, E y F en el vaso de precipitado.
9. Coloquen en el vaso de precipitado agua hasta la mitad de su capacidad.
10. Armen el mechero, con el trípode y la tela de amianto. Enciendan el mechero (solicitar a la docente).
11. Coloquen el vaso de precipitado, con el agua y los tubos sobre la tela de amianto.
NOTA: deben asegurarse que las bocas de los tubos no apunten hacia nadie.
12. Dejar que hierva durante 10 minutos. Iniciar cronómetro o controlar con el reloj.
Aclaración 1: Mientras esperan que hierva, pueden ir limpiando y guardando el material de la primera parte, exceptuando los tubos de ensayo que seguirán siendo utilizados.
Aclaración 2: Mientras esperan pueden ir resolviendo las actividades de la tercera parte.
13. Una vez transcurridos los 10 minutos, apaguen el mechero.
14. Esperen que se enfríen los tubos de ensayo.
15. Luego, con la pinza de madera, retiren cuidadosamente cada tubo de ensayo y colóquenlos en la gradilla.
16. Dejen la gradilla con los tubos en un lugar protegido (que no se caiga ni rompa) durante 15 días y colóquense el cartel de “no tocar”.



PARTE C

17. Dialoguen y propongan una predicción para cada tubo. Es decir, que piensan que ocurrirá en cada tubo cuando pasen los 15 días. (¿Se esperan cambios? ¿Qué tipo de cambios?)

Tubo	Predicciones
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

18. Cada 3 días realicen observaciones de lo que sucede en cada tubo.

19. Escriban en la tabla 1 cómo se observa el contenido de cada tubo de ensayo (color, textura, presencia de colonias de microorganismos, etc). Colocar fecha de observación y número de día desde el inicio del experimento.



Centro de Desarrollo del Pensamiento
Científico en Niños y Adolescentes
Secretaría Académica - UNCuyo



Tabla 1

Tubo	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4
Fecha				
Día				
A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				



Actividades

1) Al finalizar todas las observaciones resuelvan:

a. Analicen cada una de las predicciones e indiquen cuáles aceptarían y cuáles rechazarían.

Tubo	Acepta o rechaza la predicción del punto 17
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

b. Analicen los resultados y en caso de observar presencia de microorganismos en alguno de los tubos, expliquen cómo se originaron.

--



- c. Ordenen los ocho tubos, desde el tubo de mayor presencia de microorganismos al de menor presencia.

- d. ¿Hubo diferencia entre los tubos E y F? Expliquen el motivo.

- e. ¿Obtuvieron los mismos resultados que Pasteur? Fundamenten.

- f. Según su experiencia en el laboratorio, ¿aceptarían o rechazarían la teoría de la generación espontánea? Justifiquen su respuesta.

2) Al finalizar, realicen la limpieza y el guardado de todo el material utilizado.