

OLIMPIADA ARGENTINA DE CIENCIAS JUNIOR 2025

NIVEL 2



AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO

Rectora:

Cdora. Esther Sanchez

Vicerrector:

Mgter. Gabriel Alejandro Fidel

Secretario Académico:

Dr. Julio Leonidas Aguirre

Secretario de Bienestar Universitario:

Lic. Juan Pablo Cebrelli Riveros

Secretaria de Extensión Universitaria:

Prof. María Celeste Parrino

Secretaria General:

Cdora. Estefanía Villaruel

Secretaria de Gestión Económica y de Servicios:

Cdora. Cecilia Asensio

Secretaria de Investigación, Internacionales y Posgrado:

Dra. María Teresa Damiani

Secretario de Transformación Digital:

Ing. Roberto De Rossetti

Área de Vinculación y Transferencia Científico Tecnológica:

Mgter. Juan Pablo Miguel

OLIMPIADA ARGENTINA DE CIENCIAS JUNIOR

Responsable Legal:

Dr. Julio Leonidas Aguirre

Responsable Pedagógica y Directora del Proyecto:

Prof. Esp. Brenda Gabriela Ponce

COMITÉ EJECUTIVO

Prof. Esp. Gabriela Ponce

Prof. Fernanda Marysol Olivera

Prof. María Florencia Alvarez

COMITÉ ACADÉMICO

Prof. Brenda Gabriela Ponce

Prof. María Florencia Álvarez

Prof. Fernanda Marysol Olivera

Prof. Juan Franco Schiavone

Prof. Pablo Matías Nieto

Prof. Laura Melisa Azeglio Montañez

Prof. Julieta Agustina Trapé

Prof. María Elena Ortiz

Prof. Daniela Locatelli

Prof. Vanesa García

Prof. María Angelina Diserio

Victoria Bringa

Prof. Daiana Roldán

COMITÉ ORGANIZADOR

María Leticia Buttitta

Pablo Nardelli

EQUIPO RESPONSABLE DEL CUADERNO DE ACTIVIDADES

Julieta Agustina Trapé

Daniela Locatelli

Vanesa García

María Angelina Diserio

Juan Franco Schiavone

Daiana Roldán

Federico Andrés Cartelone

María Clara Zonana

María Soledad Ferrer

María Florencia Álvarez

Brenda Gabriela Ponce

EDICIÓN

Gonzalo Córdoba Saavedra

12:48



Comité Olímpico UNCuyo
en línea



01/09/2025

Estimada/o estudiante: 12:41

El presente cuaderno de actividades porta una serie de propuestas de ejercicios y problemas centrados en preservar la forma que tendrán los instrumentos de evaluación de las diferentes instancias olímpicas (colegial, provincial y nacional) y en preparar las instancias iberoamericana e internacional. Como parte de la historia del programa de la OACJR, desde el equipo de diseño, planificación y desarrollo pretendemos, esencialmente, ayudar a recrear, refrescar, repasar y acceder a una serie de conceptos y procedimientos propios de las ciencias experimentales que estudian los fenómenos naturales que son objeto de estudio en el transcurso de tu escolaridad obligatoria. Como sugerencia central, enfatizamos la necesidad de comenzar a estudiar de acuerdo con el temario. Para ello podrás acudir a la bibliografía de referencia que te proponemos, a los materiales bibliográficos presentes en las bibliotecas escolares, a fuentes de información variada y confiable de la web. Las técnicas de estudio que podrías utilizar son: lectura, ejecución de ficha de estudio, resumen, diagramas conceptuales o cuadros sinópticos, dibujos o esquemas, repaso en voz alta, discusión e intercambio con compañeros de estudio y resolución de diseños exploratorios y experimentales, entre otras. Con la guía de tu profesor/a y este conjunto de acciones se fortalecerán tus herramientas cognitivas. Luego de preparar los temas podrás entrenarte utilizando los diferentes materiales propuestos para incrementar la confianza, aumentar la duda y, con ello, la búsqueda de respuestas para ejercitar el pensamiento con contextos múltiples. Podrás buscar más ejercicios en los cuadernos de ediciones anteriores de OACJR que encontrarás en la página web <https://www.uncuyo.edu.ar/recreo/cuadernos>. Hay secciones en las que los ejercicios se presentan centrados en una de las disciplinas: Biología, Física o Química, en casi todos los casos con una ayuda desde la Matemática. Pero en algunas oportunidades aparecen vinculados en torno a un tema central que amerita ser estudiado desde las diversas disciplinas, pues hacerlo así es más enriquecedor.

12:43

¡Mucha suerte! 12:44

El equipo de la OACJR 12:45

Mensaje



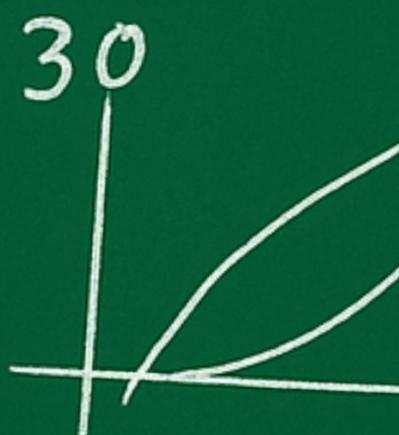
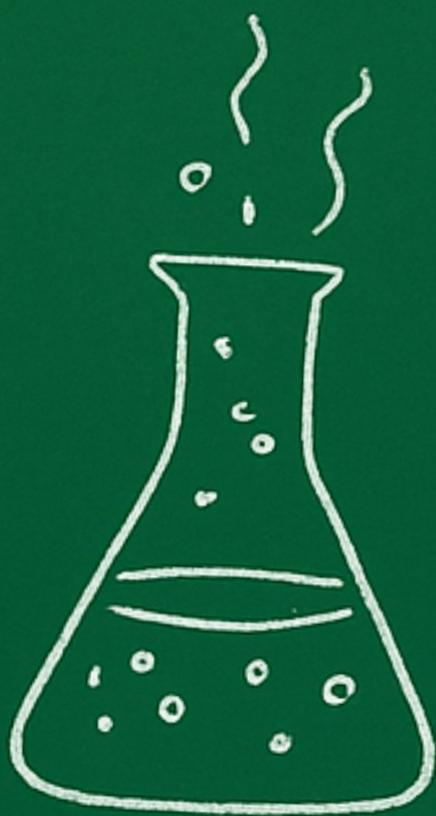
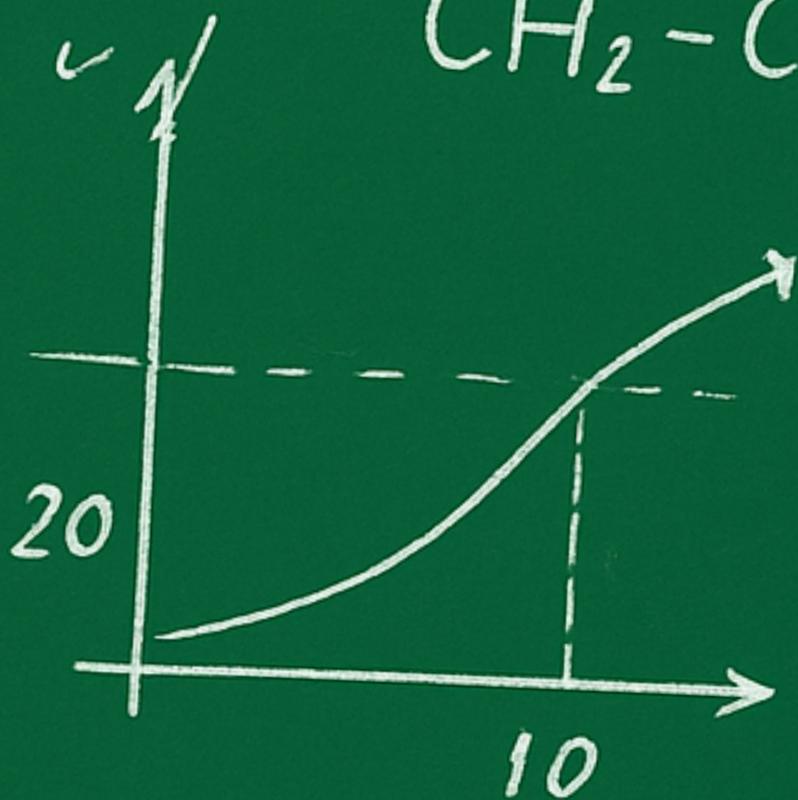
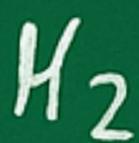
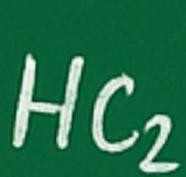
¡Estimado/a explorador/a del conocimiento!

Bienvenido/a a un viaje fascinante a través de algunas crónicas de la ciencia, una aventura que te desafiará y enriquecerá en cada paso. Se despliega este cuadernillo, que no es solo un compendio de ejercicios, sino también un mapa estelar hacia una comprensión más profunda de los avances científicos.

Antes de emprender el viaje...

Este periplo se ha dividido en dos grandes reinos: los ejercicios teóricos y los procesos experimentales. En el corazón de los ejercicios teóricos hallarás una diversa colección de actividades, diseñadas para poner a prueba tu ingenio. Recordá bien, cuando te enfrentés a desafíos de opción múltiple, solamente una respuesta te guiará hacia la verdad. La paciencia y la precisión serán tus mejores aliados. No olvidés revisar siempre tus unidades; son las estrellas que te guiarán a través del cosmos de los cálculos. Y, por supuesto, prestá la más minuciosa atención a lo que se te pide; la clave del éxito a menudo reside en la comprensión exacta del objetivo.

Sin más preámbulos, te invito a sumergirte en la maravillosa historia de la ciencia. ¡Que comience la aventura!



$$v = \sqrt{1 + v^2 + \dots}$$

Ejercicios teóricos

Oli Junior desde su infancia soñaba con aventuras y tenía un gran amor por la ciencia, por lo cual leyó todos los libros posibles sobre la historia de los descubrimientos más fascinantes. Anhelaba viajar en el tiempo para conocer a los científicos de aquellas épocas. Una tarde lluviosa de otoño, Oli había decidido salir a recorrer el monte cerca de su casa y en una de las vueltas observó algo brillante que resaltaba sobre todo el paisaje. Al acercarse observó una pequeña esfera metálica con una extraña inscripción: "Viaje hacia lo desconocido". Sin pensarlo demasiado, la tocó y en un parpadeo todo a su alrededor comenzó a girar.

En su viaje a lo que es la región actual de Nueva Delhi en el año 526 a. C. Oli se encontró con un señor canoso sentado entre pócimas de colores. Se trataba de Siddhartha, un alquimista aficionado. Los alquimistas eran personas que combinaban diferentes disciplinas, como la química, la metalurgia, la física y la medicina, junto con saberes místicos y espirituales. En esa época los alquimistas estaban en plena búsqueda de la "piedra filosofal", la cual no era necesariamente una roca sino cualquier sustancia de la naturaleza que tuviera la capacidad de transformar metales básicos en oro. Según la creencia alquímica de la época, la conversión de cualquier metal en oro se conseguiría fundiendo el metal original y mezclándolo con un fragmento de piedra filosofal.

Siddhartha se encontraba con los codos en la mesa y las manos en la cabeza, parecía frustrado. Cuando Oli se acercó a preguntarle qué le pasaba, él le contó que había dedicado toda su vida a la búsqueda de la piedra filosofal, pero ahora, llegando a su vejez, sentía que todo había sido en vano y que tal vez la transmutación no fuera posible. Oli consoló a Siddhartha contándole que sus estudios habían sido extremadamente valiosos para la físico-química moderna, ya que en el siglo XXI d. C. no solo se ha confirmado que la transmutación es posible y ha sido demostrada en diversos contextos científicos, sino que es un principio que sentó la base para una nueva forma de energía que abastece a la población: la energía nuclear.

1. Una de las transmutaciones que querían lograr los alquimistas era la conversión de plomo en oro. Podemos afirmar que el $^{206}_{82}\text{Pb}$ y el $^{195}_{79}\text{Au}$ poseen, respectivamente:

- 206 y 195 neutrones
- 82 y 79 neutrones
- 288 y 274 neutrones
- 124 y 116 neutrones

2. También podemos afirmar que el $^{206}_{82}\text{Pb}$ y el $^{195}_{79}\text{Au}$ poseen, respectivamente:

- 206 y 195 protones
- 82 y 79 protones
- 288 y 274 protones
- 124 y 116 protones

3. Teniendo en cuenta lo respondido en las actividades 1 y 2 podemos deducir que para lograr la conversión de plomo en oro es necesario que el plomo:

- Pierda 3 protones
- Gane 3 protones
- Pierda 8 neutrones
- Gane 8 neutrones

4. Para lograr la conversión de plomo en oro se requiere de una reacción:

- Química, ya que se debe modificar el núcleo del átomo.
- Química, ya que se debe modificar la nube electrónica del átomo.
- Nuclear, ya que se debe modificar el núcleo del átomo.
- Nuclear, ya que se debe modificar la nube electrónica del átomo.

5. La configuración electrónica del $^{206}_{82}\text{Pb}$ es:

- $[\text{Xe}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$
- $[\text{Rn}] 6s^2 4f^{14} 5d^{10} 6p^2$
- $[\text{Xe}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$
- $[\text{Rn}] 4f^{14} 5d^{10} 6s^1$

6. Si el $^{206}_{82}\text{Pb}$ pierde tres electrones:

- Se convierte en oro.
- Sigue siendo plomo, pero se convierte en un ion con tres cargas positivas.
- Sigue siendo plomo, pero se convierte en un ion con tres cargas negativas.
- Se convierte en un isótopo del plomo, más liviano.

7. Si el $^{206}_{82}\text{Pb}$ pierde tres neutrones:

- Se convierte en oro.
- Sigue siendo plomo, pero se convierte en un ion con tres cargas positivas.
- Sigue siendo plomo, pero se convierte en un ion con tres cargas negativas.
- Se convierte en un isótopo del plomo, más liviano.

Oli llega a Padua en enero de 1610, para visitar a Galileo Galilei, quien para esa época ya estaba convencido de que la teoría heliocéntrica de Copérnico era el modelo que reinaba al universo.

8. La teoría heliocéntrica de Copérnico afirma que:

- El centro del universo se encuentra en la Tierra, y todos los demás astros del cielo giran alrededor de ella.
- El centro del universo se encuentra en el Sol, y todos los planetas giran alrededor de él.
- El centro del universo se encuentra en la Tierra, y todos los planetas giran alrededor de ella, pero no así el Sol.
- Los planetas giran alrededor del Sol, aunque no existe un punto que sea el centro del universo.

Un telescopio refractor es un instrumento óptico que utiliza lentes para formar imágenes de objetos lejanos, como estrellas o planetas. Funciona gracias a la refracción de la luz. La lente principal, llamada objetivo, capta la luz y la concentra en un punto llamado foco, donde se forma una imagen aumentada. Luego, una segunda lente, llamada ocular, permite ampliar esa imagen para que el ojo humano la observe con mayor detalle.

Este tipo de telescopio fue utilizado por Galileo, siendo uno de los primeros en emplearlo para observar el cielo, lo que permitió descubrimientos revolucionarios, como los cráteres de la Luna y los satélites de Júpiter.

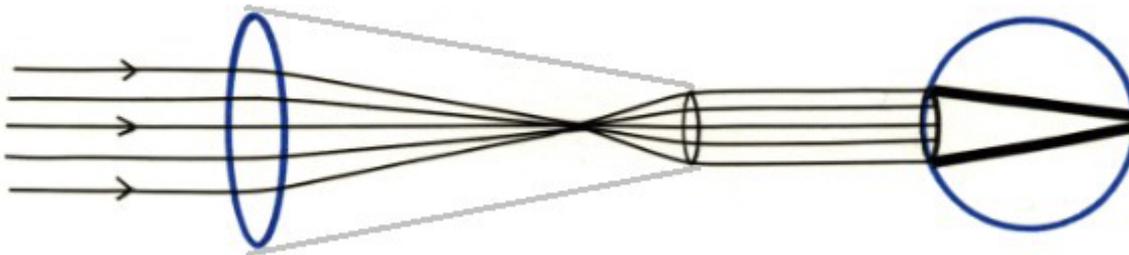


Figura 1. Esquema de un telescopio refractor. Fuente: imagen extraída de <https://casswww.ucsd.edu/archive/physics/ph5/Telescope.html>.

9. Con respecto al prototipo básico de un telescopio de Galileo, si los rayos de luz incidentes son paralelos al eje óptico y se quiere formar una imagen nítida en un punto (foco), es correcto afirmar que utilizan lentes:

- Convexas, ya que los rayos se reflejan en su superficie para llegar al foco.
- Cóncavas, ya que los rayos se reflejan en su superficie para llegar al foco.
- Convexas, ya que los rayos se refractan para llegar al foco.
- Cóncavas, ya que los rayos se refractan para llegar al foco.

La noche del 7 de enero de 1610 Galileo observó unas estrellas pequeñas cercanas a Júpiter: tras varias noches de observación descubrió que estas son cuatro y que, además, giran alrededor de dicho planeta. Hoy las llamamos satélites galileanos. Recién en marzo del mismo año Galileo publicó sus resultados, respaldando la teoría copernicana: los cuerpos celestes, a excepción de la Luna, no giran alrededor de la Tierra.

10. Los satélites naturales, también conocidos con el nombre de lunas, son cuerpos celestes que orbitan alrededor de un planeta:

- Atraídos por la fuerza gravitatoria que ejerce este último, el centro de masas del sistema formado por ambos objetos se encuentra dentro del planeta.
- Atraídos por la fuerza gravitatoria que ejerce este último, el centro de masas del sistema formado por ambos objetos se encuentra dentro del satélite.
- Libres de la fuerza gravitatoria, el centro de masas del sistema formado por ambos objetos se encuentra dentro del planeta.
- Libres de la fuerza gravitatoria, el centro de masas del sistema formado por ambos objetos se encuentra dentro del satélite.

Galileo pudo medir con precisión el tiempo que tardan en caer distintos cuerpos por un plano con distintas inclinaciones. Una de las conclusiones que obtuvo de sus experimentos fue que bajo la interacción gravitatoria los cuerpos caen en tiempos iguales desde alturas iguales, independientemente de su masa y su forma (despreciando los efectos de rozamiento).

11. Esto se debe a que:

- Se conserva su energía mecánica.
- Se conserva su energía potencial gravitatoria.
- Se conserva su energía cinética.
- Su energía es cero debido a que no depende de su masa.

Oli llega a Praga en 1609, para visitar a Johannes Kepler, quien para esa fecha publica su obra *Astronomía Nova*, en la cual se encuentran sus tres famosas leyes.

12. Johannes Kepler perfeccionó la teoría copernicana suponiendo que el movimiento de los planetas se describe en trayectorias orbitales de tipo:

- Circulares.
- Elípticas.
- Circulares para planetas lejanos al sol y elípticas para los cercanos al sol.
- Circulares para planetas cercanos al sol y elípticas para los lejanos al sol.

13. En la figura 2 se muestra la trayectoria orbital de un planeta alrededor del Sol según la primera ley de Kepler (tené en cuenta que el esquema no se encuentra a escala). ¿En cuál de las posiciones marcadas de A a D el satélite tiene la máxima energía cinética? ¿Y la máxima energía potencial? ¿Y la máxima energía total?

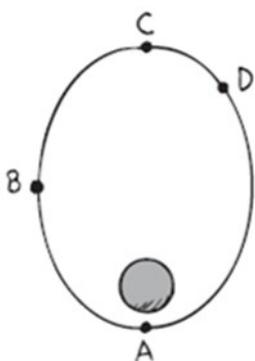


Figura 2. Esquema de una trayectoria orbital. Fuente: imagen modificada de Hewitt (2016).

Máxima Ec:

Máxima Ep:

Máxima EM:

En otro toque de la esfera del tiempo, Oli llega a una oficina en Irlanda abarrotada de cuadernos con anotaciones y bocetos de experimentos. Tras una gran pila de papeles encontró a un hombre con una larga y ruluda cabellera escribiendo con entusiasmo. Era Robert Boyle, el padre de la química moderna, escribiendo su obra cumbre *El químico escéptico*.

Boyle fue uno de los responsables de que el conocimiento largamente considerado como alquímico o mágico pasara a ser definido en términos científicos. El científico se presentó ante Oli y le mostró las maravillosas conclusiones que habían sacado haciendo experimentos con Edme Marriote. Estas dieron origen a la ley de Boyle-Marriotte: «A temperatura constante, el volumen de un gas es inversamente proporcional a la presión».

14. *Teniendo en cuenta la ley de Boyle-Mariotte podemos afirmar que si la cantidad de gas y la temperatura permanecen constantes y se duplica la presión, el volumen:*

- Se reduce a la mitad, pues la presión es inversamente proporcional al volumen.
- Se duplica, pues la presión es inversamente proporcional al volumen.
- Se reduce a la mitad, pues la presión es directamente proporcional al volumen.
- Se duplica, pues la presión es directamente proporcional al volumen.

15. *Los neumáticos de los automóviles contienen aire comprimido. El aire comprimido se caracteriza por estar sometido a presión:*

- Elevada, por lo que ocupa más volumen que la misma cantidad de aire sin comprimir.
- Elevada, por lo que ocupa menos volumen que la misma cantidad de aire sin comprimir.
- Baja, por lo que ocupa más volumen que la misma cantidad de aire sin comprimir.
- Baja, por lo que ocupa menos volumen que la misma cantidad de aire sin comprimir.

16. *Cuando un buzo desciende a grandes profundidades bajo el agua la presión aumenta considerablemente. Esto causa una disminución en el volumen del aire en los pulmones. Si el buzo no exhala gradualmente el aire comprimido al ascender, puede experimentar barotrauma pulmonar debido a:*

- La expansión brusca del aire en los pulmones a medida que la presión disminuye.
- La contracción brusca del aire en los pulmones a medida que la presión disminuye.
- La expansión brusca del aire en los pulmones a medida que la presión aumenta.
- La contracción brusca del aire en los pulmones a medida que la presión aumenta.

De pronto, Oli se encuentra en un laboratorio del pasado. Las paredes están llenas de estanterías de madera con frascos, herramientas y libros; a lo lejos, un hombre de cabello canoso y mirada intensa está sentado haciendo cortes precisos en un corcho. ¡Era el mismísimo Robert Hooke! Oli no podía creerlo: ¡había viajado a 1665!

Robert Hooke recibió a Oli con mucho agrado mientras colocaba una lámina de corcho delgada sobre una placa de vidrio, para luego examinar detenidamente a través de un simple dispositivo de aumento. Entonces, Oli se acerca y le pregunta sobre tal objeto. El hombre exclama «es un microscopio» y le muestra que en el trozo de corcho había observado la presencia de cavidades divididas o compartimentos que parecen un panal, a las que decidió darle el nombre de poros o células.

17. *Esas divisiones entre las cavidades que observó Hooke en el corcho eran:*

- Las paredes celulares
- Las membranas celulares
- Las membranas nucleares
- Los cloroplastos

18. *La unidad básica estructural y funcional de los seres vivos es:*

- El órgano.
- La organela.
- La célula.
- La molécula de ADN.

19. La presencia de un núcleo rodeado por una membrana es una característica:

- Solo de las células procariotas.
- Solo de las células eucariotas.
- Solo de las células eucariotas vegetales y animales.
- De las células eucariotas y procariotas.

20. Los virus no se consideran organismos vivos porque:

- No pueden reproducirse.
- Carecen de núcleos celulares.
- No contienen ni ADN ni ARN.
- No son ni se conforman por células.

Oli había estudiado en sus clases de Física la famosa ley de Hooke. En un segundo viaje, en 1677, Hooke le comenta a Oli que por temor a que alguien le robara su descubrimiento acerca de la ley de elasticidad decidió publicarla encubierta en forma de anagrama: una palabra que resulta de la transposición de las letras de otras palabras. El anagrama elegido por Hooke fue:

ceiinossttuv

La frase original es «ut tensio sic vis», que significa «como la extensión, así la fuerza».

21. El significado del anagrama de Robert Hooke respecto a la ley de elasticidad quiere decir que, la fuerza elástica producida por un resorte sobre un objeto tiene:

- Sentido opuesto a la posición del objeto, y es inversamente proporcional a esta.
- Sentido opuesto a la posición del objeto, y es directamente proporcional a esta.
- El mismo sentido que la posición del objeto, y es directamente proporcional a esta.
- El mismo sentido que la posición del objeto, y es inversamente proporcional a esta.

22. Indicá cuál de los gráficos mostrados en la figura 3 representa la ley de Hooke y explicá por qué. Indicá, además, qué elemento de la función elegida se corresponde con la constante elástica del resorte y qué unidades posee esta.

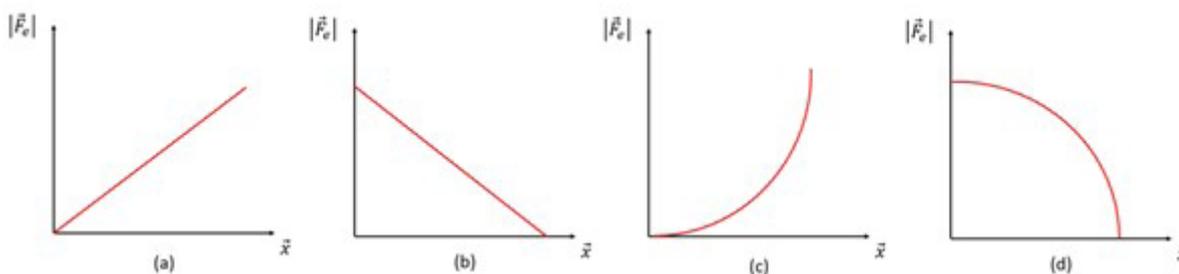


Figura 3. Posibles representaciones de la ley de Hooke.

Uno de los científicos más admirados por Oli es Isaac Newton, físico y matemático inglés. Este realizó múltiples contribuciones y descubrimientos a diferentes campos de la física, y la mecánica newtoniana es la que rigió esta ciencia hasta principios del 1900. Es por ello que Oli decide conversar con Newton en 1687, año en el que publica su obra *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (Principios matemáticos de la filosofía natural), donde no solo desarrolla toda la matemática necesaria para explicar sus teorías, sino que describe sus hallazgos en mecánica: las tres leyes del movimiento y la ley de gravitación universal.

23. En relación con la segunda ley del movimiento de Newton, para el caso de un cuerpo de masa constante que se desplaza con una rapidez que decrece de manera lineal con el tiempo, se puede afirmar que sobre el cuerpo:

- Actúa una fuerza resultante no nula, la cual produce una aceleración de sentido opuesto a la velocidad del cuerpo.
- Actúa una fuerza resultante no nula, la cual produce una aceleración con el mismo sentido de la velocidad del cuerpo.
- La fuerza resultante es nula, lo que produce una aceleración de sentido opuesto a la velocidad del cuerpo.
- La fuerza resultante es nula, lo que produce que la aceleración de este sea cero.

24. Un objeto de 80 kg de masa se desplaza en línea recta, con una velocidad constante de 40 km/h. De repente, entra en una región en la cual sufre fricción, y llega a detenerse por completo en 10 segundos.

a) Calculá la aceleración que presenta el objeto al entrar en la zona con fricción.

b) Calculá el desplazamiento realizado en la zona con fricción.

c) A partir de la segunda ley de Newton calculá la fuerza resultante que actúa sobre el objeto.

d) Calculá el coeficiente de fricción cinética del suelo.

25. Con respecto a la ley de gravitación universal de Newton podemos afirmar que la fuerza gravitatoria:

1. Es una fuerza conservativa.
2. Actúa aún en partículas que no poseen masa.
3. Es directamente proporcional al producto de las masas de los cuerpos interactuantes.
4. Es directamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a los cuerpos.
5. Es inversamente proporcional al producto de las masas de los cuerpos interactuantes.
6. Es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que separa a los cuerpos.

Son correctas:

- 1, 2, 3
- 2, 3, 6
- 1, 3, 6
- 1, 4, 5

26. Por la ley de gravitación universal sabemos que la aceleración de la gravedad que experimenta un cuerpo en la superficie de un planeta depende de:

- La masa y el radio del planeta.
- El radio del planeta y la masa del cuerpo que se encuentra en el planeta.
- Las masas del planeta y del cuerpo que se encuentra en él.
- La masa y el diámetro del planeta, y la masa del cuerpo que se encuentra en él.

27. La masa de Marte es de aproximadamente $6,42 \times 10^{23}$ kg y su radio es de 3400 km. A partir de la ley de gravitación universal, y teniendo en cuenta que el valor de la constante G es $6,67 \times 10^{-11}$ N.m²/kg², calculá:

a) La aceleración de la gravedad en la superficie de Marte.

b) El peso de Oli en la superficie de Marte, si su masa en la Tierra es de 70 kg.

c) La masa de Oli en la superficie de Marte, si su masa en la Tierra es de 70 kg.

Newton también realizó importantes aportes a la óptica y los publicó en su obra Opticks de 1704. En ella presentó resultados experimentales y propuso teoremas respecto a temas como difracción, refracción, lentes y espejos. Newton realizó experimentos con prismas y observó que la luz blanca puede separarse en los colores del espectro visible.

28. El fenómeno por el cual puede explicarse que la luz blanca se separa en un espectro de colores al pasar por un prisma es:

- Absorción de ciertos colores en el cristal.
- Reflexión de la luz a distintos ángulos.
- Refracción dependiente de la longitud de onda.
- Polarización de la luz.

29. Con respecto al espectro de colores observado en el experimento de Newton puede afirmarse que:

- El rojo se desvía más que el violeta porque tiene menor energía.
- Todos los colores se desvían por igual al atravesar un prisma.
- El violeta se desvía más que el rojo porque tiene una longitud de onda menor.
- La dispersión depende solo de la intensidad de la luz, no de su color.

Comprender el funcionamiento de las lentes y los espejos permitió hacer uso de ellos para, por ejemplo, corregir los problemas de la vista. La miopía es un defecto que aparece cuando el ojo enfoca los objetos delante

de la retina. La causa de esta afección es que el globo ocular de un ojo miope es más alargado que el de un ojo normal.

30. El ojo miope se puede corregir usando:

- Una lente divergente.
- Un espejo cóncavo.
- Una lente convergente.
- Un espejo convexo.

Luego de volver a tocar el objeto brillante, Oli se encuentra caminando por las pintorescas calles de una pequeña ciudad. Cuando consigue un periódico observa que había viajado al año 1673 a la ciudad de Delft en Países Bajos.

De pronto, se topa con un comerciante de aspecto serio y elegante que lo sorprende. Lleva una larga capa oscura pero lo más intrigante es lo que tiene en sus manos: un pequeño aparato parecido a un microscopio. Oli rápidamente se da cuenta de que está frente a Anton van Leeuwenhoek, el padre de la microbiología.

Leeuwenhoek conduce a Oli hacia su taller, una pequeña habitación repleta de instrumentos y materiales. Sobre una mesa hay una serie de microscopios que parecen más complejos que cualquier cosa que hubiera visto antes. El comerciante manipula con destreza y, en cuestión de segundos, coloca una gota de agua en uno de los microscopios.

Al observar agua dulce con su microscopio casero Leeuwenhoek llamó animáculos a los organismos que encontró. Oli se da cuenta de que están observando algas y lo último que había leído, en uno de sus tantos libros científicos, es que estos organismos pertenecen al reino Protista.

31. Este reino incluye a organismos:

- Solo unicelulares.
- Unicelulares y pluricelulares compuestos de células eucariotas.
- Solo pluricelulares.
- Unicelulares y pluricelulares compuestos de células procariotas.

32. Las algas realizan funciones vitales como la fotosíntesis. Este es un proceso necesario para la función de:

- Excreción.
- Respiración.
- Nutrición.
- Reproducción.

Oli comenta a Leeuwenhoek que los avances de la tecnología han permitido en 2025 mejorar considerablemente la microscopía, llegando a contar con microscopios electrónicos que usan electrones en lugar de fotones para formar imágenes de objetos diminutos. Los microscopios electrónicos permiten alcanzar amplificaciones mayores que los mejores microscopios ópticos debido a que la longitud de onda de los electrones es bastante menor que la de los fotones.

33. Resolvé la siguiente serie de actividades:

a) A continuación, se presentan imágenes obtenidas a partir de microscopía electrónica. Utilizando los términos del catálogo indicá de qué se trata cada imagen

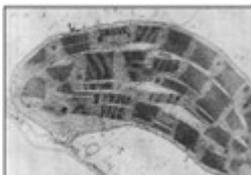
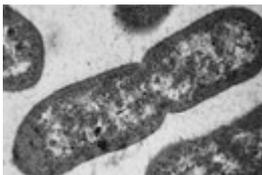
Catálogo			
Cloroplasto, Célula epitelial humana, Célula procariota, Mitocondria			
Imagen			
1	2	3	4
			

Figura 4. Células y estructuras celulares. Fuente: imágenes extraídas de <https://www.microscopyu.com/gallery-images>; <https://old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-1-cell-biology/12-ultrastructure-of-cells/cell-micrographs.html> y https://cronodon.com/BioTech/Bacteria_Growth.html.

b) En la tabla 1 se listan las células y organelas trabajadas con anterioridad. Completá con Sí o No, según corresponda, la presencia de los siguientes compartimentos:

Tabla 1. Presencia de compartimentos en células y organelas

	Núcleo	Ribosomas	Tilacoides	Vacuola	Pared celular
Célula epitelial					
Cloroplasto					
Célula procariota					
Mitocondria					

c) Las células y organelas mencionadas en la figura 4 comparten ciertas estructuras. Tachá en la siguiente lista de términos la/s estructuras que no comparten entre sí:

Membrana celular - Proteínas - Clorofila - Lisosomas - ADN

Continuando con su viaje, Oli visita a Daniel Bernoulli, quien ese mismo año había publicado su obra Hidrodinámica, donde presentaba conceptos aplicables a los fluidos en movimiento, lo que más tarde se conoció como el principio de Bernoulli.

Este principio plantea que, en un fluido, la suma de la presión, la energía cinética por unidad de volumen y la energía potencial gravitacional por unidad de volumen, se mantiene constante a lo largo de una línea de corriente.

34. Escribí en el siguiente recuadro la expresión matemática del principio de Bernoulli para dos puntos de un fluido a distintas alturas.

35. El agua contenida en un tanque elevado puede fluir por una tubería provista de una válvula a 12 metros por debajo del nivel del agua en el tanque, tal como se muestra en la figura 5.

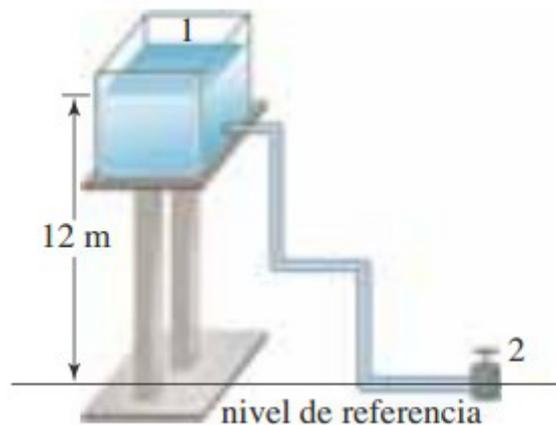


Figura 5. Esquema de tanque elevado con tubería. Fuente: modificado de brainly.lat.

Considerando que la presión atmosférica es de 101325 Pa, determiná:

a) La presión en la válvula cuando está cerrada.

b) La presión en la válvula cuando está abierta y la velocidad con la cual el agua atraviesa la válvula. Podés considerar que la presión en los puntos 1 y 2 es la atmosférica y la velocidad en el punto 1 es aproximadamente igual a cero debido a que el nivel de agua baja muy despacio.

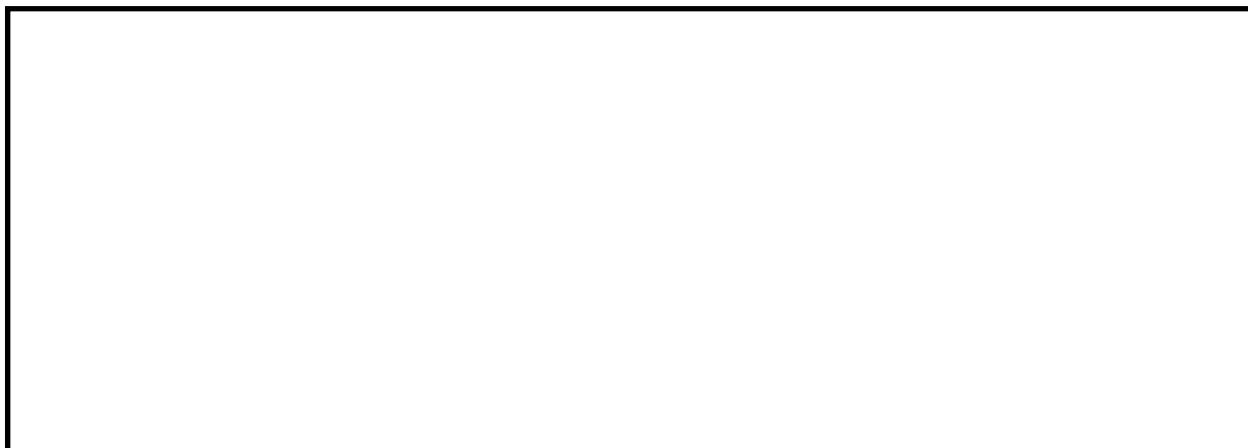


Un tiempo después, durante una visita al París de 1748, Oli se encuentra en un tenebroso laboratorio lleno de frascos, intestinos de animales y soluciones acuosas. El lugar está iluminado apenas por una luz tenue bajo la cual un joven científico observa con fascinación sus frascos con experimentos. El joven se presenta como Jean-Antoine Nollet, físico y sacerdote, y lleva semanas realizando experimentos con vejigas animales y líquidos.

Con gran entusiasmo, Nollet le muestra a Oli un fenómeno curioso: cuando sumerge una vejiga llena de alcohol en agua, esta comienza a hincharse como si el agua quisiera entrar al interior de la vejiga atravesando la membrana. Ese fenómeno sería conocido más tarde como ósmosis: el movimiento de un solvente, como el agua, desde una solución menos concentrada hacia otra más concentrada, a través de una membrana semipermeable. Sin embargo, en ese entonces Nollet no podía siquiera imaginar que había dado uno de los primeros pasos para entender el comportamiento molecular del agua en la vida.

36. Si se considera que el agua de mar es una disolución al 3,5 % en peso de NaCl calculá:

a) La temperatura a la cual el agua de mar se congela (considerá que el factor de Van't Hoff i es igual a 1,8).



b) El punto de congelación de la disolución resultante después de eliminar el 60 % del agua (considerará que el factor de Van't Hoff i es igual a 1,7).

c) La presión osmótica del agua de mar y la presión necesaria para extraer agua pura a partir del agua de mar por ósmosis inversa, suponiendo que la densidad del agua marina es 1 g/cm^3 y su temperatura es de $25 \text{ }^\circ\text{C}$. Considerará que la constante crioscópica (K_c) del agua es igual a $1,86 \text{ }^\circ\text{C Kg/mol}$.

37. La ósmosis tiene lugar cuando:

- Dos soluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable tienden a igualar sus concentraciones por el flujo de disolvente del medio más diluido al más concentrado.
- Dos soluciones de distinta concentración separadas por una membrana impermeable tienden a igualar sus concentraciones por el flujo de disolvente del medio más diluido al más concentrado.
- Dos soluciones de distinta concentración separadas por una membrana semipermeable tienden a igualar sus concentraciones por el flujo de disolvente del medio más concentrado al más diluido.
- Dos soluciones de distinta concentración separadas por una membrana impermeable tienden a igualar sus concentraciones por el flujo de disolvente del medio más concentrado al más diluido.

38. El descenso crioscópico está relacionado con:

- La cantidad de solución que hay en el soluto.
- La cantidad de soluto que hay en la sustancia pura.
- La cantidad de soluto que hay en la disolución.
- La cantidad de solución que hay en la sustancia pura.

Oli llega a Suecia el 24 de mayo de 1753 y encuentra a un hombre de pelo blanco y rostro amable: el naturalista Carl Von Linné (conocido en España como Carlos Linneo). Él le comenta que está muy feliz porque ese día ha publicado su obra *Species plantarum*. En ella propone una clasificación del mundo natural que consiste en tres reinos: vegetal, animal y mineral. Luego, divide estos reinos en subcategorías o «taxones», como orden, clase, género y especie, a partir de características observables en los seres vivos. Oli, sonriendo, le cuenta que en la actualidad se continúa utilizando su clasificación, aunque sus taxones se complementan con otras categorías y subcategorías.

39. A continuación, se presenta un catálogo con los taxones generales utilizados en la actualidad para la clasificación de todos los seres vivos.

Catálogo
Clase, Dominio, Especie, Familia, Phylum, Género, Orden, Reino

a) Ordená las categorías taxonómicas, de la más inclusiva a la menos inclusiva, en la columna denominada Taxón de la tabla 2.

Tabla 2. Taxones utilizados para clasificar a los seres vivos

Taxón	Organismo vegetal	Organismo animal

b) Completá las columnas segunda y tercera de la tabla 2 seleccionando un organismo vegetal y uno animal, e investigá su clasificación taxonómica.

Oli le pregunta cómo se le ocurrió la innovación de nombrar a las especies. Linneo le cuenta orgulloso que había ideado un método sencillo para poner nombre y apellido a todos los seres vivos. Antes, todo resultaba más complicado, ya que los naturalistas, que en su época empezaban a explorar África y Oceanía, descubrían especies nuevas continuamente y tenían distintas maneras de nombrarlas. Este sistema de nomenclatura binomial, que consta de dos partes, un nombre genérico y uno específico, ayuda a los naturalistas a comunicarse de manera más precisa.

La rosa silvestre es una especie de planta originaria de Europa, el oeste de Asia y el norte de África, aunque también se ha extendido a otras regiones.



Figura 6. Ilustración de rosa silvestre. Fuente: imagen diseñada por Freepik (<https://www.freepik.com/>).

40. Linneo estableció que todos los botánicos denominaran de la misma manera a aquella planta. Así, el naturalista la bautizó y determinó la forma correcta de escribir su nombre científico como:

- Rosa Canina.
- rosa canina.
- Rosa canina.
- rosa Canina.

41. La rosa silvestre es un arbusto con flores y frutos de tipo baya. Estas características indican que es una planta:

- Pteridófito.
- Angiosperma.
- Briofita.
- Gimnosperma.

42. Las flores de las rosas silvestres son vistosas, de colores que varían entre rosado y blanco. Esta característica facilita que la polinización sea:

- Anemófila.
- Hidrófila.
- Autopolinización.
- Zoófila.

Una tarde fría de 1761 Oli aparece en un laboratorio en Edimburgo, Escocia. El lugar un leve aroma metálico y cubierto por instrumentos de vidrio y cobre. En el centro, un hombre vierte con cuidado agua en un recipiente sobre llama. Al notar a Oli, el hombre se presenta como Joseph Black y lo invita a observar sus experimentos. Con entusiasmo, le explica que intenta comprender cómo ciertas sustancias absorben calor sin cambiar de temperatura.

Durante esa conversación, Black le habla de dos ideas revolucionarias: el calor específico, que determina cuánto calor necesita una sustancia para aumentar su temperatura, y el calor latente, el cual permite que una sustancia cambie de estado sin variar su temperatura.

Black comparte su frustración con Oli: sus colegas no comprenden el valor de su trabajo. Oli lo tranquiliza contándole que, en el futuro, sus descubrimientos son reconocidos como pilares de la termodinámica y fundamentales para entender cómo fluye el calor en el universo.

43. La figura 7 muestra el diagrama de fases del CO_2 . Analizá y respondé la siguiente serie de ejercicios.

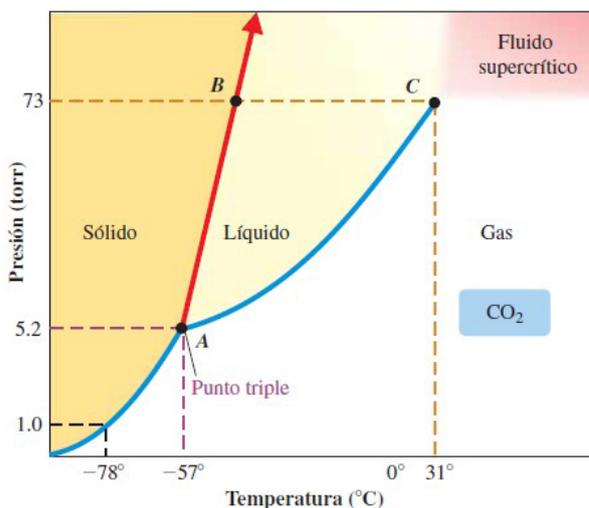


Figura 7. Diagrama de fases del dióxido de carbono.
Fuente: Whitten, Davis, Peck y Stanley (2015).

a) Completá la tabla 3 indicando las presiones y temperaturas a las que se encuentran los puntos dados.

Tabla 3. Condiciones de presión y temperatura del punto triple y punto crítico para el dióxido de carbono

	Presión (Torr)	Temperatura (°C)
Punto triple		
Punto crítico		

b) Señalá con flechas sobre la figura 7 las siguientes líneas:

- Línea de coexistencia de fusión
- Línea de coexistencia de ebullición
- Línea de coexistencia de sublimación

c) Uní con flechas cada parámetro con los estados de la materia que participan en él.

Punto triple

Sólido

Línea de coexistencia de fusión

Líquido

Línea de coexistencia de ebullición

Gaseoso

Línea de coexistencia de sublimación

d) Indicá en la tabla 4 qué fase/s del CO₂ existe/n en las siguientes combinaciones de presión y temperatura.

Tabla 4. Relación entre presión, temperatura y fases del dióxido de carbono (CO₂)

Presión (Torr)	Temperatura (°C)	Fase/s (Sólido / Líquido / Gaseoso)
1	-78,5	
5,11	25	
5,11	-22,5	
67	-78,5	
67	-17,9	
67	25	
73	-78,5	
73	-20,3	

e) Utilizando como referencia la figura 7, elaborá la curva de calentamiento del CO_2 a una presión de:
1,25 atm



6 atm



f) Explicá con tus palabras por qué en nuestra vida cotidiana el CO_2 se suele encontrar en estado gaseoso.

44. La figura 8 muestra el diagrama de fases del agua. Mediante su análisis, respondé la siguiente serie de ejercicios.

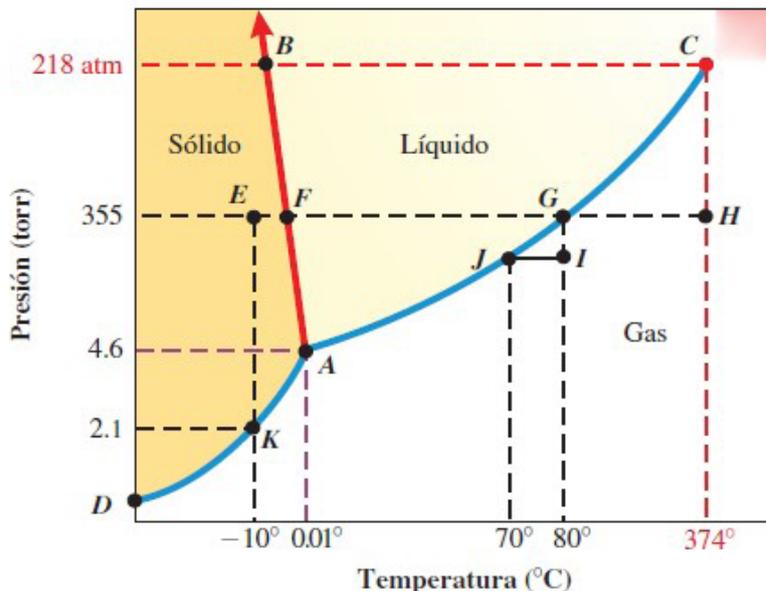


Figura 8. Diagrama de fases del agua. Fuente: Whitten, Davis, Peck y Stanley (2015).

- a) Indicá con una línea de color sobre la figura 8 qué ocurre cuando se calienta agua desde -20°C hasta 120°C , con una presión de 1 atm.
- b) Utilizando un color distinto, indicá con una línea sobre la figura 8 qué ocurre si el calentamiento se lleva a cabo en la cima de una montaña, donde la presión atmosférica es de $0,8\text{ atm}$.
- c) Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto:

Oli y sus amigos van un día a la montaña y quieren tomar mate. Les gusta que el agua esté a una temperatura bien alta (alrededor de 100°C), por lo que la dejan llegar a su punto de ebullición/fusión. Pero se llevan una sorpresa al probar el primer mate, ya que el agua está a una temperatura mayor/menor que 100°C . Esta diferencia se debe a que en la montaña hay una presión mayor/menor a la presión normal, establecida en $1\text{ atm}/1\text{ Pascal}$.

45. Teniendo en cuenta los datos presentados en la tabla 5, respondé la siguiente serie de actividades.

Tabla 5. Constantes físicas del H_2O

L_v (agua)	$2260 \frac{\text{J}}{\text{g}}$
L_f (agua)	$334 \frac{\text{J}}{\text{g}}$
C_e (agua)	$4,18 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$
C_e (hielo)	$2,09 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$
C_e (vapor de agua)	$2,01 \frac{\text{J}}{\text{g}\cdot\text{K}}$

Fuente: Whitten, Davis, Peck y Stanley (2015).

a) A 1 atm, ¿cuánto calor se requiere para evaporar 0,5 kg de agua totalmente líquida que inicialmente se encuentra a 100 °C?

b) Si se parte de una muestra de 450 g de agua que se encuentra a una presión de 1 atm y una temperatura de 50 °C, ¿cuánto calor se pondrá en juego para elevar su temperatura en 60 °C?

c) Si se parte de una muestra de 450 g de agua que se encuentra a una presión de 1 atm y una temperatura de 50 °C, ¿cuánto calor se pondrá en juego para reducir su temperatura en 60 °C?

d) Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto:

Para elevar $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ la temperatura de la muestra de los incisos b y c se debe **entregar calor a/extraer calor de** ella. Luego de hacerlo, la muestra se encontrará en estado **sólido/líquido/gaseoso**.

Por otro lado, para disminuir $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ la temperatura de la muestra se debe **entregar calor a/extraer calor de** ella. Luego de hacerlo, la muestra se encontrará en estado **sólido/líquido/gaseoso**.

La cantidad de calor puesta en juego en ambas situaciones **es la misma/no es la misma**, ya que **el calor específico/el calor latente** de vaporización y de fusión son distintos.

A Oli siempre le llamó la atención la similitud entre la ley de gravitación universal y la ley de Coulomb: no podía creer que fuerzas de naturaleza tan diferentes pudieran calcularse mediante ecuaciones tan similares. Es por ello que decide viajar al París de 1785 para visitar a Charles-Augustin de Coulomb y ver con sus propios ojos la balanza de torsión creada por el físico francés que llevó a establecer su famosa ley: la magnitud de la fuerza de atracción (o repulsión) entre dos cargas puntuales en reposo es directamente proporcional al producto de sus cargas q_1 y q_2 e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

46. Dos cargas de igual magnitud $+q$, separadas por una distancia d , sienten una fuerza de repulsión eléctrica F . Al modificar la distancia entre las cargas se encuentra que la fuerza de repulsión es de $9F$. Esto quiere decir que la distancia final entre ellas, con respecto a la distancia inicial d :

- Aumentó nueve veces.
- Disminuyó nueve veces.
- Aumentó tres veces.
- Disminuyó tres veces.

47. Calculá la fuerza (magnitud y dirección) sobre la carga q en la figura 9, donde $q = 3,0\text{ }\mu\text{C}$.

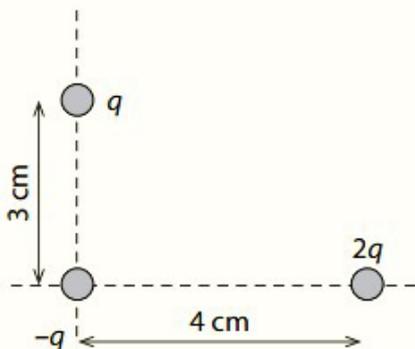


Figura 9. Distribución de cargas. Fuente: modificado de Murdock (1989-2013).

48. La permitividad eléctrica del grafito es 12 veces mayor que la del vacío. Suponé que la fuerza entre dos cargas puntuales en el vacío es F . Si ahora se colocan las dos cargas inmersas en grafito y su separación es el doble que en la situación inicial, calculá la nueva fuerza entre las cargas en términos de F .



49. La fuerza eléctrica es una fuerza:

- Conservativa, ya que el trabajo realizado por ella puede ser calculado como la diferencia entre el valor final y el inicial de la energía potencial eléctrica.
- Conservativa, ya que el trabajo realizado por ella puede ser calculado como la diferencia entre el valor inicial y el final de la energía potencial eléctrica.
- No conservativa, ya que el trabajo realizado por ella puede ser calculado como la diferencia entre el valor final y el inicial de la energía potencial eléctrica.
- No conservativa, ya que el trabajo realizado por ella puede ser calculado como la diferencia entre el valor inicial y el final de la energía potencial eléctrica.

Un dipolo eléctrico es un sistema constituido por dos partículas cargadas con el mismo módulo pero signos opuestos, $+Q$ y $-Q$, separadas por una distancia « $2a$ ». El punto « P » está situado en la mediatriz del segmento que une las partículas, y a una distancia « d », tal como se aprecia en la figura 10.



Figura 10. Esquema de un dipolo eléctrico. Fuente: extraído de Examen Ordinario, Departamento de Física Aplicada Universidad de Castilla-La Mancha.

50. Considerá la distancia «a» mucho menor que «d». El sistema se encuentra en un medio de constante electrostática K_0 . La intensidad del campo eléctrico resultante en el punto «P» es:

$\frac{2 \cdot K_0 \cdot |Q|}{d^2}$

$\frac{2 \cdot K_0 \cdot |Q| \cdot a^2}{d^2}$

Nulo.

$\frac{2 \cdot K_0 \cdot |Q| \cdot a}{d^3}$

Oli se dirige ahora al año 1779, a un pequeño pueblo en el suroeste de Inglaterra, donde se encuentra con Johannes Ingenhousz, un médico, botánico, fisiólogo y químico que estaba escribiendo en sus apuntes el título «Experimentos sobre vegetales». Ingenhousz le cuenta que había realizado una serie de experimentos, ya que está seguro de que las plantas ayudan a mejorar la calidad del aire. Unos días antes el investigador había observado que al sumergir plantas en agua y exponerlas a la luz se formaban burbujas bajo las hojas, pero al ponerlas en la oscuridad, las burbujas desaparecían. Tras varios experimentos, dedujo que las burbujas eran oxígeno. Además, descubrió que las plantas liberan dióxido de carbono en la oscuridad, y que la cantidad de oxígeno liberado en la luz era mayor que el dióxido de carbono producido en la oscuridad. Por lo tanto, concluyó que la luz era esencial para llevar a cabo el proceso al que más adelante se denominó fotosíntesis.

51. El proceso de fotosíntesis:

- Transforma sustancias inorgánicas y libera energía.
- Transforma sustancias inorgánicas en orgánicas ricas en energía.
- Utiliza energía química y libera sustancias inorgánicas al ambiente.
- Almacena energía lumínica en moléculas inorgánicas.

Ya con cansancio acumulado Oli se percató de que se encuentra en 1796 en Berkeley, Gloucestershire, Reino Unido. Tratando de entender por qué este lugar le resulta familiar, sigue caminando por el pueblo, donde se encuentra con una granja llena de vacas. Finalmente, sus ideas se unen y recuerda que Edward Jenner, uno de sus investigadores favoritos, había nacido en ese lugar.

En ese entonces, la viruela era una enfermedad altamente prevalente, causante de un gran problema epidemiológico, distribuida en casi todo el mundo, que no distinguía edades ni clases sociales. Además, causaba una alta mortalidad y producía secuelas significativas, como cicatrices, calvicie y ceguera. Jenner observó que las personas que ordeñaban vacas y contraían la viruela bovina estaban protegidas contra la viruela humana. Por esta razón, justamente unos meses antes de que Oli llegara Edward Jenner había conseguido fluido de las pústulas de viruela bovina, obtenido de la mano de la ordeñadora Sarah Nelmes, y lo inoculó en el brazo de James Phipps, niño de 8 años, hijo del jardinero de la familia Jenner. Dos meses después, le inoculó material de una lesión proveniente de un enfermo con viruela humana y observó que James no contrajo la enfermedad ni tuvo síntomas.

Oli no puede contener su emoción al encontrarse en ese momento histórico del espacio-tiempo, ya que ese hecho es considerado el descubrimiento de las vacunas.

52. Las vacunas activan el sistema:

- Circulatorio.
- Nervioso.
- Inmune.
- Endócrino.

53. Para que las vacunas tengan su máximo efecto deben colocarse:

- Antes de contraer la enfermedad.
- Durante la enfermedad.
- Luego de la primera vez de contraer la enfermedad.
- Es indistinto.

Oli llega a las calles de Turín en 1811, donde encuentra a Amadeo Avogadro inclinado sobre una mesa llena de fórmulas escritas a mano. Oli le cuenta al científico que con el tiempo sus observaciones se transformarían en una piedra angular de la química moderna, esencial para entender la composición de los gases, las reacciones químicas y la relación entre átomos y moléculas. Avogadro, motivado por la buena noticia, publica lo que hoy conocemos como ley de Avogadro: «volúmenes iguales de gases distintos, medidos en las mismas condiciones de temperatura y presión, contienen el mismo número de partículas, ya sean estas átomos o moléculas».

54. Si se tienen dos globos, uno lleno de helio y otro de argón, en condiciones normales de presión y temperatura (CNPT), ambos ocupando un volumen de 5 litros, calculá:

a) ¿Cuál de los dos globos tiene más cantidad de moles de gas? ¿Por qué?

b) Si el globo de helio es llevado a una temperatura de 312 K, manteniendo la presión constante, ¿qué volumen ocuparía el globo? ¿Cómo es ese volumen con respecto al inicial de 5 litros? ¿Por qué?

c) Considerando el mismo globo que se mencionó en el inciso b, ¿podemos decir que tiene más moléculas que el globo de helio del inciso a? ¿Por qué?

d) Al globo que contiene argón en CNPT se le agregan 27 g del mismo gas. Si la presión y la temperatura se mantienen constantes, ¿qué volumen ocupa el globo? ¿Se puede decir que tiene más moléculas que el globo que contiene helio? ¿Por qué?

e) Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto:

La ley de Avogadro establece que, a condiciones **variables/constantes** de **presión/volumen** y temperatura, el volumen de un gas es **directamente/inversamente** proporcional a la cantidad de sustancia, medida en moles. Es por ello que podemos decir que los dos globos rellenos con distintos gases a **presión/volumen** y temperatura **variables/constantes** que ocupan un volumen de 5 L tienen **igual/distinto** número de moléculas.

55. Se tienen 38 L de O_2 en CNPT y se hacen reaccionar con un exceso de H_2 para formar agua.

a) Planteá e igualá la reacción de síntesis del H_2O y calculá cuántos moles de H_2 se van a consumir durante dicha reacción.

b) Teniendo en cuenta la reacción del ejercicio anterior, calculá cuántos moles de H_2O se formarán. ¿Se puede aplicar la ley de Avogadro para calcular los litros de agua formados? ¿Por qué?

c) Si el exceso de H_2 es de 10 L en CNPT, ¿cuántos gramos de O_2 se necesitan para consumir todo el H_2 y formar agua?

Oli se encuentra repentinamente en un edificio que parece ser un museo, porque observa varios fósiles expuestos en vitrinas. Al final del pasillo se topó con una sala donde comenzaría una exposición. Oli se sienta en una de las sillas y observa que el almanaque en la pared indica el año 1812. Al rato aparece un hombre que se presenta como Georges Cuvier.

—Buenos días. Nos encontramos en el Museo Nacional de Historia Natural de París, aquí he trabajado con diferentes muestras de esqueletos de animales vivos y extintos.

Terminada la presentación de la investigación sobre huesos de los cuadrípedos y fósiles, Oli no pierde el tiempo en ir a buscar a uno de los zoólogos y estadistas más reconocidos de Francia. Cuvier fue la persona que estableció las bases de la paleontología y la anatomía comparada, disciplina encargada del estudio de semejanzas y diferencias en la anatomía de los organismos. Esta es esencial para el estudio de la morfología descriptiva y la filogenia que se basa en el estudio de homologías y analogías.

56. Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto:

En biología se dice que dos estructuras son **análogas/homólogas** si cumplen funciones parecidas por medios semejantes, sin que tengan el mismo origen evolutivo. En cambio, si tienen el mismo origen evolutivo, son **homólogas/análogas**.

57. Completá la siguiente tabla 6 con ejemplos de analogías y homologías y da el fundamento de por qué pertenecen a cada categoría.

Tabla 6. Tipos de analogía y homología

Ejemplo	Analogía / Homología	Fundamento

Cuando el sol le comienza a molestar en la cara, Oli recuerda sus charlas sobre la fotosíntesis con Ingenhousz y siente curiosidad por ahondar más en el tema. Es ahí cuando decide viajar a la Francia de 1817 y localizar a dos químicos muy famosos: Pierre Pelletier y Joseph Caventou. Ellos fueron quienes consiguieron aislar un famoso pigmento color verde de las hojas de las plantas.

58. La clorofila se encuentra presente:

- Solo en organismos que poseen cloroplastos.
- Solo en plantas y cianobacterias.
- Solo en plantas vasculares.
- Ninguna de las anteriores.

59. En las células eucariotas se puede afirmar que el proceso de fotosíntesis se lleva a cabo en dos etapas o fases:

- La fase luminosa, que ocurre en el estroma de cloroplastos, y el ciclo de Calvin, que ocurre en los tilacoides de los cloroplastos.
- La fase luminosa, que ocurre en los tilacoides de los cloroplastos, y el ciclo de Krebs, que ocurre en el estroma de cloroplastos.
- La fase luminosa, que ocurre en los tilacoides de los cloroplastos, y el ciclo de Calvin, que ocurre en el estroma de cloroplastos.
- La fase luminosa, que ocurre en la membrana de mitocondrias, y el ciclo de Calvin, que ocurre en los tilacoides de los cloroplastos.

Corre el año 1828 y Oli aparece entre unos pequeños callejones de Alemania, justo cuando un joven químico llamado Friedrich Wöhler observa con asombro el resultado de una reacción inesperada. Sobre su mesa, un matraz contiene una sustancia blanca que no estaba allí minutos antes. Al notar la presencia de Oli, Wöhler no duda en compartir su hallazgo: había calentado cianato de amonio (NH_4OCN), un compuesto inorgánico, y,

sorprendentemente, había obtenido urea (NH_2CONH_2), una sustancia hasta entonces considerada exclusivamente biológica.

Oli le explica a Wöhler que ese experimento sería recordado como el inicio de la química orgánica moderna, ya que por primera vez se lograba sintetizar un compuesto orgánico fuera de un organismo vivo. Más aún, le adelanta que con este experimento se comenzó a dismantelar la antigua creencia del vitalismo, la idea de que los compuestos orgánicos solo podían formarse gracias a una misteriosa fuerza vital.

60. La ecuación química que representa la transformación de cianato de amonio en urea es la siguiente:



a) Indicá cuáles son los reactivos y cuáles son los productos de la reacción.

Reactivo/s	
Producto/s	

b) Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto:

La reacción descubierta por Wöhler es una reacción de **doble desplazamiento/isomerización/óxido-reducción**, dado que el cianato de amonio y la urea son **isómeros/isóbaros** entre sí. Esto quiere decir que tienen los **mismos/distintos** átomos, pero formando **iguales/distintos** grupos funcionales.

c) Indicá si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

Afirmación	V/F
La reacción de síntesis de urea a partir de cianato de amonio es una reacción endotérmica	
El cianato de amonio es un compuesto orgánico porque contiene carbono	
Se considera que la urea es un compuesto orgánico, ya que es una sustancia que naturalmente se encuentra en organismos vivos y contiene un grupo funcional típico de los compuestos orgánicos: el grupo amida ($-\text{CONH}_2$)	
La urea tiene mayor masa molecular que el cianato de amonio	
La urea contiene un grupo funcional carbonilo y dos grupos amino	

d) Teniendo en cuenta la estructura de la molécula de urea (figura 11), indicá cuántos enlaces de cada tipo hay en la molécula. Si no hay ningún enlace de ese tipo colocá el número cero.

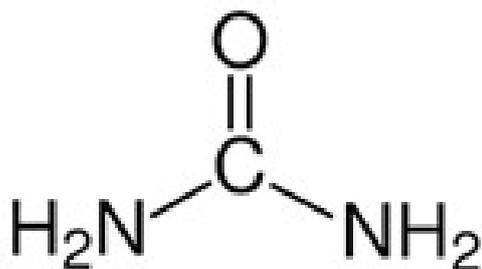


Figura 11. Estructura química de la molécula de urea. Fuente: elaboración propia.

Tipo de enlace	Cantidad de enlaces
Enlace simple entre un átomo de carbono y un átomo de oxígeno	
Enlace doble entre un átomo de carbono y un átomo de oxígeno	
Enlace simple entre un átomo de nitrógeno y un átomo de hidrógeno	
Enlace doble entre un átomo de nitrógeno y un átomo de hidrógeno	
Enlace simple entre un átomo de nitrógeno y un átomo de carbono	
Enlace doble entre un átomo de nitrógeno y un átomo de carbono	

Oli aparece en una mañana nublada del año 1852 en un pequeño laboratorio de Alemania. En el interior, un hombre ajusta con paciencia un haz de luz que atraviesa varios tubos de vidrio llenos de soluciones coloreadas. Su nombre es August Beer y está obsesionado con entender cómo la luz interactúa con la materia.

Intrigado, Oli observa cómo Beer registra meticulosamente la intensidad de la luz antes y después de atravesar cada solución. Le explica que había descubierto una relación fascinante: a mayor concentración de una sustancia, más luz era absorbida. Además, la longitud del recipiente—el camino que recorre la luz— también influye. Cuanto más largo, mayor es la absorción. Esa relación se conoce como ley de Lambert-Beer:

$$A = \epsilon \cdot c \cdot l$$

Donde A es la absorbancia; ϵ es el coeficiente de absortividad molar, una constante específica para cada sustancia y longitud de onda; c es la concentración de la sustancia en la solución expresada en mol/l, y l es la longitud del camino a través del cual pasa la luz expresada en centímetros.

Oli sonríe sabiendo que, un siglo más tarde, este principio fue la base de una de las técnicas analíticas más utilizadas en los laboratorios de química: la espectrofotometría, capaz de determinar la concentración de compuestos con solo un rayo de luz.

60. Se desea conocer la concentración de cafeína en una muestra de café. Para ello se realiza una curva de calibración, que se muestra en la figura 12. Una curva de calibración es la representación gráfica de la señal analítica obtenida con las soluciones patrones frente a sus correspondientes concentraciones expresadas en mg/l a una determinada longitud de onda (273 nm).

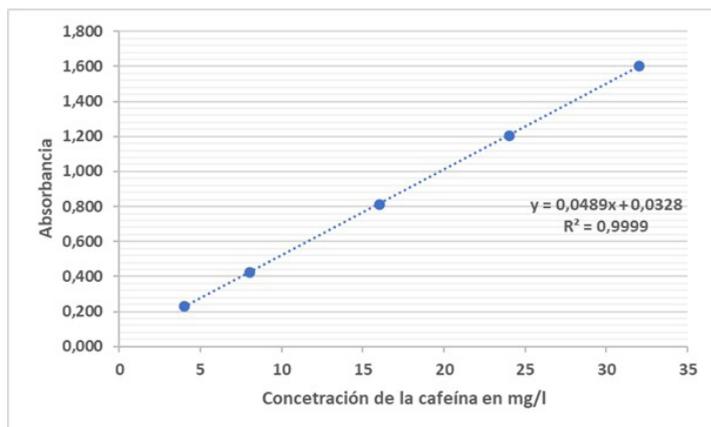


Figura 12. Curva de calibración de la cafeína.
Fuente: elaboración propia.

a) Sabiendo que la absorbancia es adimensional, deducí analíticamente las unidades que tiene el coeficiente de absortividad molar.

b) Sabiendo que la absorbancia del extracto de la muestra fue de 1,012, calculá la concentración de cafeína a partir de la figura 12.

c) Si el extracto de la muestra contenía 1,2 mg/ml de café, calculá la concentración porcentual de cafeína en el café.

d) Calculá la concentración de una solución de cafeína cuya absorbancia es de 1,2, sabiendo que la absortividad molar es de 8628,9 L/mol.cm y la longitud del paso óptico es de 1 cm.

e) Se tienen soluciones estándar de diferentes concentraciones (C) de cafeína y se mide su absorbancia (A). Con los datos de la tabla 7 construí la curva de calibración y determiná la ecuación de la recta.

Tabla 7. Concentración de cafeína (mg/L) y absorbancia medida a 273 nm.

C (mg/L)	A
0	0
5	0,2
10	0,4
15	0,6
20	0,8



f) Se desea determinar la concentración de cafeína en una muestra de yerba mate. Para ello se pesan 10 g de yerba y se maceran con 100 ml de solución extractante. Luego de filtrar se obtiene el extracto final y se mide su absorbancia, la cual da un valor de 0,375. ¿Cuál es la concentración porcentual m/m de cafeína en la yerba mate? Utilizá el gráfico elaborado en el inciso anterior.

Oli tuvo breves visitas a los investigadores que aportaron a la construcción de la teoría celular. En el año 1838 se cruza con Matthias Schleiden antes de que concluyera que todos los tejidos vegetales están compuestos por masas organizadas de células, ideas basadas en los aportes científicos de Hooke y Leeuwenhoek. Y durante 1839 tiene la oportunidad de compartir un almuerzo con Theodor Schwann, un zoólogo que investigaba lo mismo que Schleiden pero con tejidos animales, y entre los dos propusieron una base celular para toda forma de vida.

Sin embargo, cuando en 1858 Oli pasa por Polonia, puede observar cómo el patólogo Rudolf Virchow no se queda solo con la idea de que todos los organismos vivos están compuestos de una o más células, sino que agrega que todas las células pueden surgir solo de células preexistentes.

61. La teoría celular es uno de los fundamentos de la biología moderna. Esta teoría afirma que:

- I. Todos los organismos vivos están compuestos por una o más células.
- II. Las reacciones químicas de un organismo vivo, incluidos los procesos que liberan energía y las reacciones biosintéticas, ocurren dentro de las células.
- III. Las células solo se reproducen por mitosis.
- IV. Las células contienen la información hereditaria de los organismos de los cuales son parte y esta información pasa de células progenitoras a células hijas.
- V. Los tejidos están formados por órganos.
- VI. Las células se originan de otras células.

Son correctas:

- I, II, III, IV.
- III, IV, V, VI.
- I, II, V, VI.
- I, II, IV, VI.

Oli no puede contener su emoción cuando llega a Inglaterra en 1859 y ve publicado El origen de las especies de Charles Darwin. Sin esperar comienza a buscar al famoso científico. Para su suerte, logra encontrarlo y preguntarle si tiene tiempo para discutir sobre cómo había llegado a la conclusión de que las poblaciones evolucionan generación tras generación y por qué decidió llamar a este proceso «selección natural». Darwin le cuenta sobre su expedición en el viaje del Beagle en 1830 y todas sus aventuras, sus observaciones, sus correspondencias con otros investigadores y sus experimentos, como cuando vio aves con modificaciones en sus picos. Oli se acuerda de que, en su época, estas aves se llaman pinzones de Darwin.

62. Indicá cuáles de las siguientes afirmaciones se corresponden a la teoría propuesta por Darwin:

- I. Los individuos de una población varían considerablemente de unos a otros.
- II. Gran parte de la variación entre organismos de una misma especie no es hereditaria.
- III. Los individuos menos adaptados al ambiente tienen menos probabilidades de sobrevivir y reproducirse; los individuos más aptos tienen más probabilidades de sobrevivir, reproducirse y dejar sus rasgos hereditarios a las generaciones futuras.
- IV. La selección natural es un proceso lento y gradual.
- V. La adaptación de los organismos al ambiente responde a un impulso vital.
- VI. La selección natural da como resultado cambios en las poblaciones y estas variaciones se acumulan con el tiempo para formar nuevas especies.

Son correctas:

- I, II, III y IV.
- I, III, IV y VI.
- I, III, V y VI.
- II, III, IV y VI.

63. Existen otros factores que contribuyen a la variación genética y al cambio en las frecuencias alélicas dentro de una población, lo que a su vez puede llevar a la evolución. Estos factores son:

- Mutación, deriva genética, flujo génico y apareamiento no aleatorio.
- Reproducción, mutación, adaptación y flujo génico.
- Adaptación, transformismo, mutación y deriva génica.
- Transformismo, reproducción, deriva génica y flujo génico.

Los fósiles desempeñaron un papel crucial en el apoyo a la teoría de Darwin, ya que proporcionaron evidencia tangible de la existencia de formas de vida anteriores y de cómo han cambiado a lo largo del tiempo. En resumen, Darwin utilizó la evidencia de los fósiles para respaldar su teoría de la evolución a través de la selección natural, lo que cambió fundamentalmente la forma en que la humanidad comprende la vida en la Tierra.

64. El procedimiento que analiza la antigüedad del registro fósil y lo relaciona con el entorno se denomina:

- Correlación estratigráfica, y se puede resolver con datación absoluta con isótopos radiactivos.
- Datación, solo se puede utilizar uranio 238.
- Correlación estratigráfica, y se puede resolver con datación relativa con isótopos radiactivos.
- Datación, solo se puede utilizar carbono 14.

Oli llega a Alemania en 1862, donde logra encontrarse con Ernst Haeckel, un naturalista y filósofo que popularizó el trabajo de Charles Darwin y creó nuevos términos y conceptos, como «filo», «ontogenia», «filogenia», «monofilético» o «polifilético».

Estas relaciones evolutivas se representan gráficamente mediante un árbol filogenético.

65. En la figura 13 encerrá con un círculo los grupos que corresponden a un grupo monofilético, parafilético y polifilético.

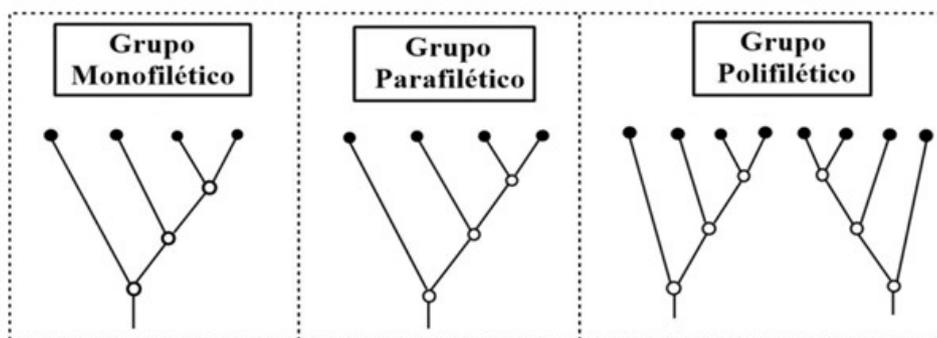


Figura 13. Árboles representativos de grupos filogenéticos. Fuente: Batista (2020).

Oli también puede ver cómo Ernst Haeckel introduce el término ecología. Los libros de estudio que leyó Oli definen a la ecología como la «rama de la biología que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con el entorno, y cómo estas interacciones afectan la distribución y abundancia de las poblaciones».

Trabajando con Haeckel, Oli recuerda que una interacción muy estudiada en ecología es la denominada depredador-presa en la cual las poblaciones de depredadores afectan las dinámicas poblacionales de las presas y viceversa. Los tamaños poblacionales de ambos, a menudo, aumentan y bajan en ciclos relacionados. Un ejemplo

clásico del modelo depredador-presa es el que representa a la población de lince y conejos de un bosque al norte de Canadá (figura 14).

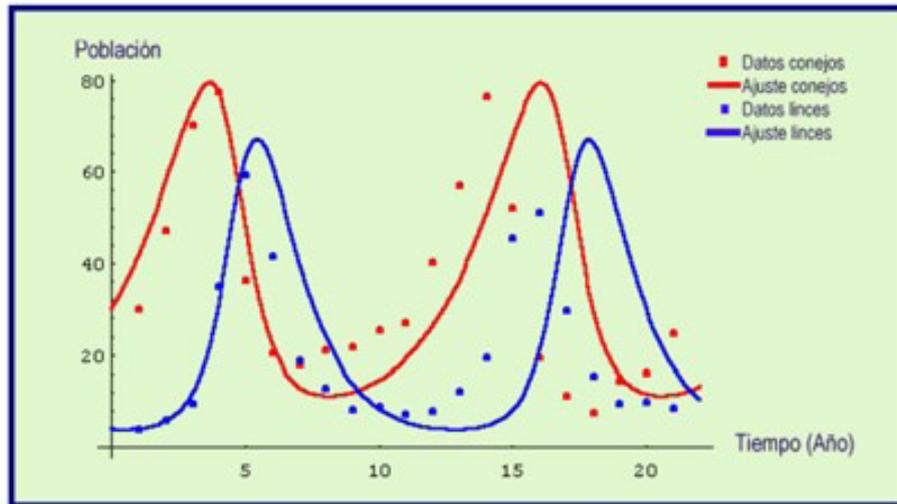


Figura 14. Tamaño de las poblaciones de lince y conejos de un bosque al norte de Canadá a lo largo de 20 años. Fuente: extraído de https://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/labiologia/practica5.pdf.

66. Observando las curvas ajustadas de la figura 14 resolvé las siguientes actividades:

a) El ciclo entre aumentos de los tamaños poblacionales de conejos y lince se repite aproximadamente cada _____ años.

b) Explicá por qué podría producirse un aumento en la población de conejos seguida por un aumento en la población de lince.

c) Explicá por qué cuando la población de lince está cerca de alcanzar su tamaño mínimo, comienza a aumentar la población de conejos.

d) Marcá con un círculo en el gráfico de la figura 14 los años en los que la población de conejos y lince se igualaron en número de individuos (tamaño de población).

e) Completá la tabla 8 con dos afirmaciones que resulten verdaderas (V) para el concepto de población y dos afirmaciones que resulten falsas (F).

Tabla 8. Afirmaciones sobre el concepto de población

Afirmación	VoF

f) Teniendo en cuenta tus conocimientos, el texto introductorio y la figura 14, completá en la tabla 9, en forma ordenada, los niveles de organización ecológica (de menos a más abarcativo) y mencioná un ejemplo de cada uno.

Tabla 9. Niveles de organización ecológica

Nivel de organización ecológica	Ejemplo

g) Con respecto a la interacción entre los organismos, en las siguientes parejas de individuos indicá si la relación es intraespecífica o interespecífica y qué tipo de relación se establece:

Dos lince: _____

Lince y conejo: _____

h) Con los organismos estudiados y otros pertenecientes al ecosistema del bosque en Canadá, construí una cadena trófica que integre, al menos, tres niveles. Indicá en cada nivel el modo en que los organismos consiguen energía (productores, consumidores, descomponedores) y la dirección en la que circula la energía de un nivel a otro.

Oli no puede creer su suerte cuando ve que estaba en República Checa y en 1865. Entonces busca corriendo el monasterio donde encontraría a Gregor Mendel. Quiere hablar con él sobre los experimentos que había realizado con arvejas. Sabe que, aunque sus investigaciones fueron ignoradas hasta después de 30 años, no debe perder la oportunidad de ver el trabajo del científico reconocido como padre de la genética. Allí lo encuentra haciendo anotaciones en las plantaciones de arvejas, y le pregunta sobre sus conclusiones acerca de la famosa planta *Pisum sativum* y los detalles de cómo descubrió que los caracteres se heredan. Mendel le contesta que observó de una generación a otra el color de las flores, la altura de los tallos, el aspecto de la vaina y la textura de semillas y vainas.

67. Mendel acuñó un novedoso concepto:

- Factor dominante, el que en un par de alelos diferentes gobierna la formación del rasgo.
- Factor recesivo, el que es más frecuente en las descendencias.
- Factor recesivo, el que en un par de alelos diferentes gobierna la formación del rasgo.
- Factor dominante, el que se oculta en ciertas generaciones.

68. Se denomina homocigota al par de alelos de:

- Genes idénticos.
- Genes diferentes.
- Fenotipo idéntico.
- Fenotipo diferente.

Luego de varias pruebas, Mendel observó que en las plantas de arvejas las flores violetas son dominantes sobre las blancas. Es decir, al cruzar plantas de flores violetas con plantas de flores blancas se obtenía mayor descendencia con flores violetas.

Una manera fácil y organizada de ilustrar el genotipo de la descendencia que puede resultar de dos padres específicos es mediante un cuadro de Punnett, herramienta creada por Reginaldo Crundall Punnett, un importante genetista inglés. Se utiliza para predecir la probabilidad de que ciertos rasgos hereditarios se transmitan de padres (progenitores o progenie) a hijos (descendientes o descendencia). En otras palabras, estos cuadros muestran todas las combinaciones posibles de alelos en un evento de cruce de la progenie y la probabilidad de que cada combinación ocurra en la descendencia.

Para crear un cuadro de Punnett que examina un rasgo se colocan los genotipos parentales sobre filas y columnas. Cada casilla del cuadro contiene los alelos de los padres. Los alelos se representan mediante letras, en mayúscula el rasgo dominante (violeta) y en minúscula el recesivo (blanco).

69. Con los datos anteriores completá en la tabla 10 cuáles serían son los genotipos y cuáles los fenotipos para las flores de arvejas. Utilizá una letra a elección para representar el genotipo.

Tabla 10. Genotipo y fenotipo de la flor de arveja

Genotipo	Fenotipo

70. Suponiendo el cruzamiento de una planta homocigota dominante para el color de la flor y otra heterocigota para el mismo rasgo.

a) Con la misma letra que usaste para los genotipos completá el cuadro de Punnett de doble entrada.

Progenitores		

b) ¿Qué porcentaje de la descendencia obtendría flores violetas?

71. Suponiendo el cruzamiento de una planta homocigota dominante y una homocigota recesiva para el color de las flores.

a) Completá el cuadro de Punnett de doble entrada que supone el cruzamiento.

Progenitores		

b) ¿Qué porcentaje de la descendencia obtendría flores blancas?

c) Si se cruzan dos plantas de flores blancas, ¿qué porcentaje de la descendencia tendrá flores blancas?

Oli se acerca al taller de trabajo de James Clerk Maxwell, un científico escocés que trabajó en la unificación de la electricidad y el magnetismo como dos fuerzas conjuntas, denominadas electromagnetismo en su libro *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field*. Ve en su mesada de trabajo algunos imanes, que son simplemente trozos de un mineral llamado magnetita.

72. Los imanes tienen un campo de fuerza que depende de sus polos magnéticos, y que puede esquematizarse según la figura 15.

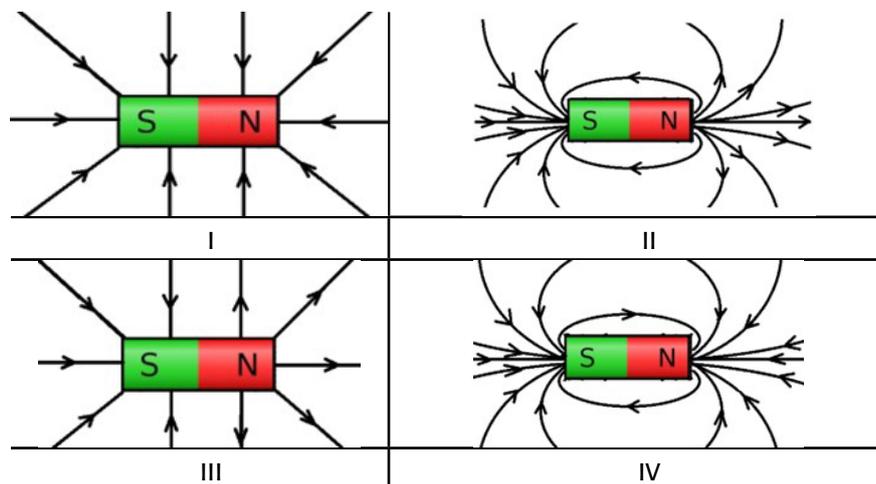


Figura 15. Posibles formas del campo magnético generado por un imán. Fuente: imagen modificada de <https://www.uncuyo.edu.ar/olimpiadas/upload/635406a8ac6f8a377448a7055e48ce6f.pdf>.

La forma correcta del campo magnético es la que corresponde a la imagen:

- I
- II
- III
- IV

Ahora bien, si dejamos una aguja adherida a un imán esta se magnetiza. Es decir, puede ahora detectar la presencia de campos magnéticos. Este es el principio de funcionamiento de la brújula.

73. Una brújula apunta al polo norte geográfico del planeta porque la aguja se orienta:

- A favor del campo magnético terrestre, ya que en el norte geográfico se encuentra el polo sur magnético de la tierra.
- A favor del campo magnético terrestre, ya que en el norte geográfico se encuentra el polo norte magnético.
- En contra del campo magnético terrestre, ya que en el sur geográfico se encuentra el polo sur magnético.
- En contra del campo magnético terrestre, ya que en el norte geográfico se encuentra el polo sur magnético.

En el año 1869 Oli llega a la nevada ciudad de San Petersburgo, donde encuentra a un hombre con un gran bigote ordenando tarjetas con símbolos extraños sobre una larga mesa de madera. Es Dmitri Mendeléyev, un químico absorto en una gran misión: organizar todos los elementos químicos del universo de manera sistemática.

Oli se acerca con curiosidad y Mendeléyev le explica su método. Ha dispuesto los elementos químicos según sus propiedades químicas y masas atómicas, pero dejando espacios vacíos en su tabla para aquellos elementos que aún no habían sido descubiertos.

Si bien sus colegas lo miraban con escepticismo, Oli le cuenta que el tiempo le daría la razón. Elementos como el galio y el germanio fueron descubiertos años después, con propiedades asombrosamente similares a las que él había predicho. Mendeléyev, alentado por los comentarios de Oli, toma coraje y publica así la primera versión de la tabla periódica de elementos químicos.

74. Teniendo en cuenta la clasificación de los elementos en la tabla periódica, ¿cuál de los siguientes es un gas noble?

- Oxígeno.
- Hidrógeno.
- Helio.
- Sodio.

75. Los elementos de la tabla periódica están organizados según:

- Su radio atómico decreciente.
- Su afinidad electrónica creciente.
- Su número atómico creciente.
- Su abundancia en la tierra decreciente.

76. En la tabla periódica la electronegatividad:

- Disminuye de izquierda a derecha en un período y aumenta de abajo hacia arriba en un grupo.
- Aumenta de izquierda a derecha en un período y disminuye de arriba hacia abajo en un grupo.
- Es igual para todos los elementos químicos.
- Disminuye de izquierda a derecha en un período y disminuye de arriba hacia abajo en un grupo.

77. Considerando la organización de la tabla periódica, los elementos alcalinos se encuentran en el grupo:

- 1.
- 14.
- 17.
- 18.

78. El número atómico de un elemento representa su cantidad de:

- Protones.
- Neutrones.
- Electrones totales.
- Electrones en la capa de valencia.

79. Considerando la siguiente notación ${}_{23}^{11}\text{X}$, donde la letra X representa a un elemento genérico, indicá a qué elemento corresponde:

- X = Ni
- X = Na
- X = N
- X = Nd

80. Teniendo en cuenta la clasificación de la tabla periódica, ¿cuál de los siguientes elementos es un metal de transición?

- Hidrógeno
- Oxígeno
- Hierro
- Helio

81. El elemento con número atómico 79 en la tabla periódica es:

- Oro
- Plata
- Cobre
- Platino

82. Considerando las diferentes propiedades de la tabla periódica indicá el elemento más pequeño y el más electronegativo, respectivamente.

- Hidrógeno y flúor
- Helio y yodo
- Litio y flúor
- Hidrógeno y cloro

83. ¿Qué partículas subatómicas se encuentran en el núcleo de un átomo y contribuyen al número másico?

- Electrones
- Neutrones
- Fotones
- Positrones

84. En la figura 16 se muestra un esquema de la tabla periódica en el que se han identificado, por medio de símbolos arbitrarios (a, b, c, d, e, f, g, h, i y j), sus elementos:

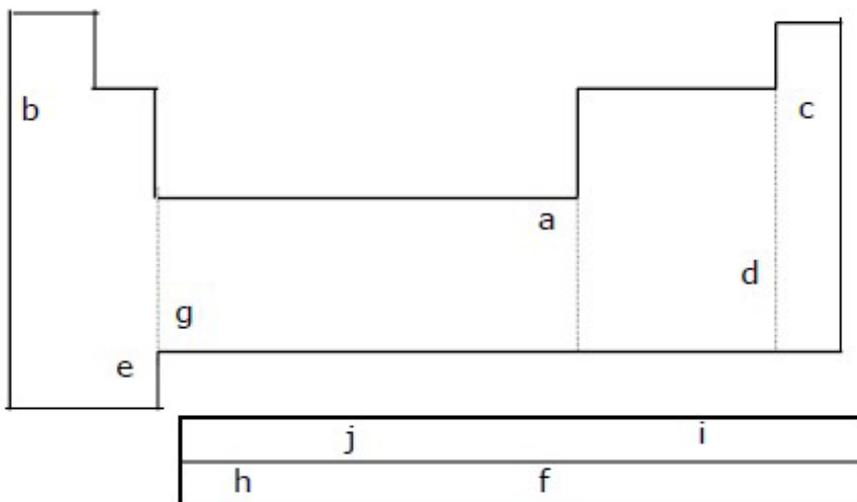


Figura 16. Esquema de la tabla periódica. Fuente: replicado del cuadernillo de Química del ingreso a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza (2025).

Teniendo en cuenta los criterios de clasificación de la tabla periódica podemos decir que:

- I. Por sus propiedades, b, g y a son metales y c y d son no metales.
- II. Por sus propiedades, e, g y d son metales y c y b son no metales.
- III. Por el nombre de su grupo, b es alcalinotérreo; c, halógeno, y h, actinoides.
- IV. Por el nombre de su grupo, e es alcalinotérreo; c, gas noble, y j, lantanoide.
- V. Por su ubicación en la tabla periódica, b y e son representativos; g y a, de transición, y h y f, de transición interna.
- VI. Por su ubicación en la tabla periódica, b y g son representativos; i y a, de transición, y h y f, de transición interna.
- VII. Por el nombre de su grupo, b es alcalino, d, halógeno, y f, actinoide.

Son correctas:

- I, IV, V y VI
- I, IV, V y VII
- II, III, IV y VII
- I, IV, V y VI

Oli no puede creer que está en la presentación del motor de combustión interna, un tipo de máquina que obtiene energía mecánica directamente de la energía química de un combustible que arde dentro de la cámara de combustión. Va a presenciar uno de los inventos más grandes de la humanidad. Todo esto está teniendo lugar en plena Revolución industrial, un proceso de transformación en la historia moderna en el cual se pasó de una economía basada en la agricultura y la producción artesanal a otra dominada por la industria y la fabricación mecánica, que introdujo nuevas dinámicas laborales y alteró la vida cotidiana.

85. Una grúa es utilizada para levantar bloques de hormigón de 50 kg hasta una altura de 10 metros. La grúa posee un motor de combustión interna cuya potencia útil es de 5 kW.

a) Calculá la cantidad de bloques que puede subir en diez minutos si los bloques suben a velocidad constante.

b) Si el rendimiento del motor es del 93 %, determiná la velocidad máxima de ascensión.

Oli ahora está observando a Hertz, que se ha detenido, periódico en mano, a tomar un café en un bar cerca de su laboratorio. Aprovecha entonces para entrar en él y observar sus experimentos. Encuentra, así, un prototipo de generador de ondas de radio.

86. Las ondas de radio, como cualquier otra, poseen características como frecuencia, longitud de onda y velocidad. La definición de estas propiedades es, respectivamente:

- Tiempo entre oscilaciones, distancia de pico a valle y poseen una velocidad de 300 000 km/s.
- Tiempo entre oscilaciones, distancia de valle a valle y poseen una velocidad de 300 000 m/s.
- Cantidad de oscilaciones por segundo, distancia de valle a pico y poseen una velocidad de 300 000 m/s.
- Cantidad de oscilaciones por segundo, distancia de pico a pico y poseen una velocidad de 300 000 km/s.

Las ondas de radio permiten las comunicaciones a larga distancia sin la necesidad de intermediarios, como los cables de telégrafo de aquel entonces. En 1900 se comenzó a trabajar en la radio de tipo AM, amplitud modulada, y en 1930 en la radio de tipo FM, frecuencia modulada.

87. La radio es un dispositivo que capta las ondas de radio y, mediante el ajuste de un componente electrónico de tipo resonador, sintoniza una onda específica. Por lo tanto:

- La radio AM modula la frecuencia de la onda y la radio FM la amplitud de la onda.
- La radio AM modula la amplitud de la onda y la radio FM la frecuencia de la onda.
- La radio AM modula la amplitud y la frecuencia de la onda.
- La radio FM modula la amplitud y la frecuencia de la onda.

88. Las ondas de radio FM y AM poseen frecuencias del rango de los 106 Hz a los 108 Hz. Calculá el rango de longitudes de onda para este tipo de señales.

Oli está de vuelta en Alemania, pero ahora es 1883. La verdad, tiene cierta incertidumbre sobre si podrá encontrar a Robert Koch (1843-1910), el famoso médico y microbiólogo. Es muy importante para Oli encontrarlo, porque no solo quiere estar en el descubrimiento del bacilo que produce la tuberculosis, sino que le interesa saber si ya se tenía algún indicio sobre el bacilo que produce el cólera. Además, Oli quiere colaborar en sus experimentos científicos para comprobar que enfermedades como el carbunco o ántrax son causadas por microorganismos específicos. De lo contrario, Oli piensa viajar a 1905 para ver a Koch recibir el premio Nobel de Medicina.

89. Indicá cuál de las siguientes imágenes corresponde a una bacteria con forma de bacilo:

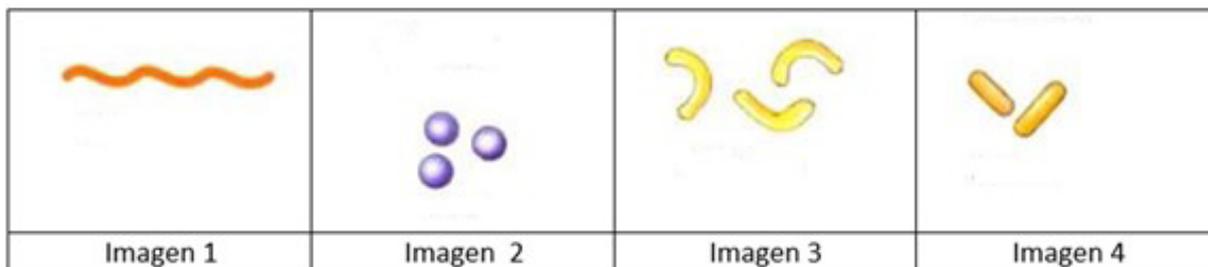


Figura 17. Formas bacterianas. Fuente: adaptada de Fernández y Tamaro (2004).

- Imagen 1
- Imagen 2
- Imagen 3
- Imagen 4

Los postulados de Koch fueron formulados como una lista de requerimientos para poder validar la existencia de un microorganismo y una enfermedad. Esos postulados fueron formulados en 1884 para establecer la etiología de la tuberculosis, y luego fueron redefinidos y publicados por Koch en 1890.

Estos postulados fueron utilizados para confirmar el papel etiológico de un microorganismo en otras enfermedades, y luego modificados a lo largo del siglo XX de acuerdo con el estado del conocimiento, los problemas encontrados y la aparición de nuevas técnicas. Desde la década de 1980 los postulados han tenido una adaptación basada en técnicas moleculares.

90. Investigá sobre los postulados de Koch e indicá si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F).

Afirmación	VoF
El agente patógeno puede aislarse tanto de animales enfermos como de animales sanos.	
El agente patógeno debe estar presente en los animales enfermos y ausente en los sanos.	
El agente debe ser cultivado en un cultivo axénico puro aislado del cuerpo del animal.	
El agente aislado en un cultivo axénico debe provocar la enfermedad en un animal susceptible al ser inoculado.	
El agente debe ser cultivado asociado a otro microorganismo aislado del cuerpo del animal.	
El agente debe poder reaislarse de las lesiones producidas en los animales de experimentación y ser exactamente el mismo al aislado originalmente.	

A fines del año 1905 Oli llega a un modesto laboratorio en el corazón de París guiado por un leve resplandor que parece surgir de la propia materia. Allí conoce a Marie Curie, una mujer con gran determinación que trabaja incansablemente entre balanzas, frascos de vidrio y minerales oscuros. Al notar su presencia, Curie le habla con entusiasmo de una propiedad extraña que había observado en ciertos elementos pesados, como el uranio: una emisión espontánea de energía que ella llamó radiactividad.

La científica le explica a Oli que durante este proceso el núcleo de un átomo inestable —el núcleo padre— emite partículas subatómicas o energía, y se transforma en un núcleo hijo, con un número atómico y másico distinto. En algunos casos, ese núcleo hijo también es inestable y sigue desintegrándose en una cadena de decaimiento hasta alcanzar un estado estable. Así es, por ejemplo, el caso del uranio-238, que, a través de una serie de transformaciones naturales, termina convertido en plomo-206, un isótopo estable (figura 18).

Oli escucha con fascinación, consciente de estar presenciando el nacimiento de una nueva era en la ciencia. Marie Curie no solo está haciendo historia: está cambiando la forma en que la humanidad entiende a la materia. Más adelante, Oli recordaría con felicidad aquel encuentro con la primera mujer en recibir un premio Nobel, y la única persona en obtenerlo en dos disciplinas científicas distintas: Física y Química.

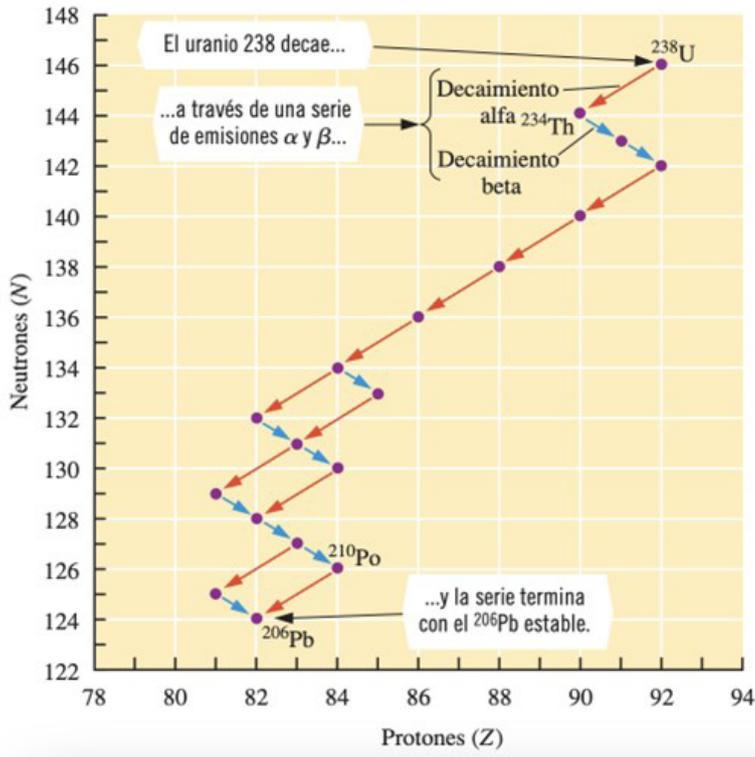


Figura 18. Serie radiactiva del uranio-238. Los pasos que tienen lugar por emisión alfa se muestran en rojo; las emisiones beta se muestran en azul. Fuente: Whitten, Davis, Peck y Stanley (2015).

91. La velocidad de las transformaciones mencionadas depende del tiempo de vida media de cada núcleo participante, los cuales se detallan en la tabla 11.

Tabla 11. Tiempo de vida media de los núcleos pertenecientes a la serie del Uranio-238

Núcleo	Tiempo de vida media
²³⁸ U	4,46 x 10 ⁹ años
²³⁴ Th	2,41 x 10 ¹ días
²³⁴ Pa	1,16 minutos
²³⁴ U	2,46 x 10 ⁵ años
²³⁰ Th	7,54 x 10 ⁴ años
²²⁶ Ra	1,60 x 10 ³ años
²²² Rn	3,82 días
²¹⁸ Po	3,10 minutos
²¹⁴ Pb	2,71 x 10 ¹ minutos
²¹⁸ At	1,28 segundos
²¹⁴ Bi	1,97 x 10 ¹ minutos

^{214}Po	$1,63 \times 10^{-4}$ segundos
^{210}Tl	1,30 minutos
^{210}Pb	$2,22 \times 10^1$ años
^{210}Bi	5,01 días
^{210}Po	$1,38 \times 10^2$ días
^{206}Tl	4,20 minutos
^{206}Pb	Estable

Fuente: National Nuclear Data Center (2025).

a) Deducí utilizando la información de la tabla 11:

- Núcleo más inestable de la serie del uranio-238: _____
- Primer elemento de la serie del uranio-238 en ser descubierto: _____
- Último elemento de la serie del uranio-238 en ser descubierto: _____

b) Si el tiempo de vida media del radio-226 es de 1620 años, explicá cómo es posible que este isótopo exista en nuestro planeta en la actualidad y no se haya extinguido completamente.

c) Marie Curie no descubrió el Radio de forma aislada, sino como parte de un mineral de uranio llamado «pechblenda». Además de radio-226 y uranio-238, ¿qué otros isótopos pueden haber formado parte de la pechblenda con la que trabajó Curie? Despreciá decaimientos radiactivos posteriores al radio-226.

d) Si partimos de un mineral de radio-226 puro, ¿qué proporción de radio-226 permanecerá sin desintegrarse al cabo de un día?

e) Si partimos de un mineral de polonio-218 puro, ¿qué proporción de polonio-218 permanecerá sin desintegrarse al cabo de un día?

f) Si partimos de un mineral de astato-218 puro, ¿qué proporción de astato-218 permanecerá sin desintegrarse al cabo de un día?

g) Sobre la base de lo respondido en los incisos d, e y f, escribí una hipótesis que explique por qué Marie Curie descubrió el polonio y el radio, pero no el astato, uno de los siguientes núcleos en la serie de decaimiento radiactivo del uranio-238.

Oli aterriza súbitamente en un frío invierno danés del año 1909. Allí conoce al químico Søren Peter Lauritz Sørensen, quien, en medio de tubos de ensayo y fermentaciones, en los laboratorios de la cervecería Carlsberg, le explica que ha inventado una nueva forma de medir la acidez de las soluciones: la escala de pH (figura 19).

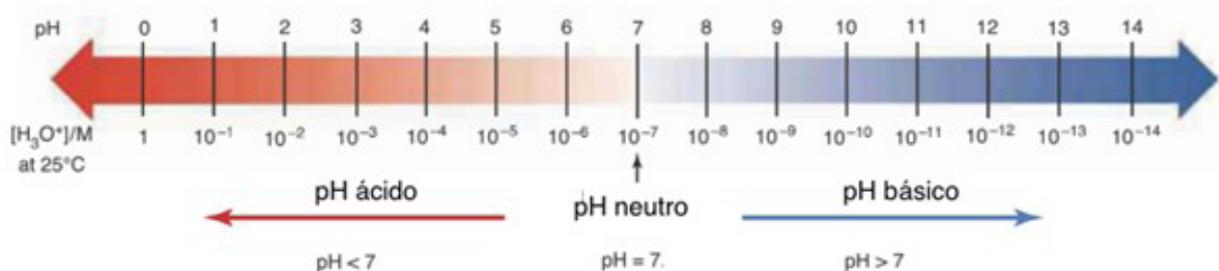


Figura 19: Escala de pH. En rojo se muestra el rango de pH ácido y en azul el de pH básico. El pH neutro se ubica justo en el medio. Fuente: adaptado de McQuarrie, Rock y Gallogly (2011).

En esa época, Europa estaba viviendo una fuerte transformación industrial, y la química comenzaba a aplicarse con mayor rigor en la producción de alimentos, medicamentos y productos químicos. Sørensen observó que los métodos disponibles para medir la acidez eran poco precisos y propuso la escala de pH, que fue creada para expresar de forma más precisa la concentración de iones hidrógeno en una disolución. La escala de pH va de 0 a 14: los valores menores a 7 indican soluciones ácidas, el 7 es neutro, y los valores mayores a 7 indican soluciones básicas o alcalinas. Este avance fue crucial no solo para la industria cervecera, sino también para la química biológica y ambiental. En aquella Europa en plena expansión industrial, el control químico era vital para asegurar la calidad de los productos y proteger la salud pública.

92. La escala de pH mide:

- La cantidad de oxígeno disuelto.
- La concentración de iones hidrógeno.
- El volumen de una solución.
- La densidad de un gas.

93. Si una solución tiene un pH menor a 7 se puede afirmar que la solución:

- Está caliente.
- Tiene baja concentración de H^+ .
- Es básica.
- Es ácida.

En otro salto temporal, Oli llega al año 1911, aterriza en un laboratorio de la Universidad de Manchester, Inglaterra, justo a tiempo para presenciar un experimento que cambiaría la historia de la ciencia. Allí conoce al físico Ernest Rutherford. Lo encuentra rodeado de instrumentos experimentales y láminas de oro. Rutherford le explica que, tras un famoso experimento con partículas alfa, había llegado a una nueva concepción sobre el átomo.

En plena era de avances en el campo de la física y la química, Rutherford descubrió que los átomos no eran esferas macizas, como decía el modelo de Thomson. Propuso que el átomo tiene un núcleo central donde se concentra la carga positiva y casi toda la masa, y que los electrones giran alrededor de ese núcleo en orbitales, como los planetas alrededor del Sol. Este modelo cambió radicalmente la forma de entender la estructura de la materia (figura 20).

Según Kragh (1999), este descubrimiento fue un momento crucial en la transición hacia la física moderna y permitió la evolución de los modelos atómicos posteriores.

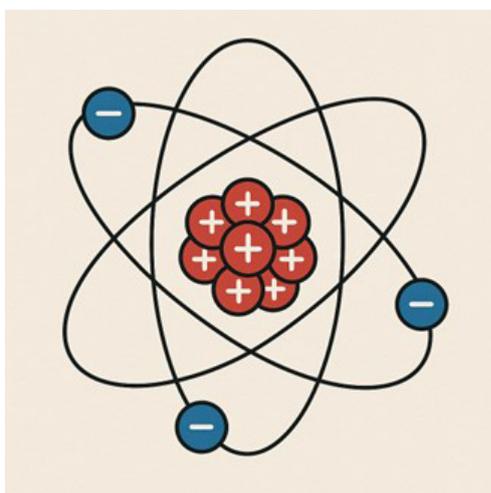


Figura 20. Modelo atómico de Rutherford. Los electrones (en azul) son partículas con carga negativa que giran en órbitas alrededor de un núcleo cargado positivamente (en rojo). Fuente: OpenAI (2025). Ilustración del modelo atómico de Rutherford [Imagen digital]. ChatGPT. <https://chat.openai.com/>.

94. El modelo atómico que propuso Rutherford explicaba que:

- Los átomos son indivisibles.
- Los electrones se mueven en orbitales.
- Los protones están fuera del núcleo.
- La materia es continua.

95. Con su experimento Rutherford descubrió que la estructura del átomo:

- Es completamente sólida.
- Tiene carga negativa en el centro.
- Tiene mucho espacio vacío.
- Está formada únicamente por protones y neutrones.

96. En el modelo atómico de Rutherford, el núcleo se caracteriza por:

- Encontrarse en constante movimiento.
- Tener carga negativa.
- Ser muy liviano.
- Tener carga positiva y ser macizo en comparación con el resto del átomo.

Oli se encuentra en 1922, caminando por los pasillos silenciosos de un hospital, y llega a una gran puerta. Al abrirla no puede creer que se encuentra allí: en la actualidad, los libros muestran a ese laboratorio como museo. Está todo muy desordenado, pero, a la vez, para el científico responsable, el señor Alexander Fleming, todo tiene su razón de ser. Oli llega justo cuando Fleming descubre la lisozima, una enzima bactericida que impide las infecciones y que se halla presente en numerosas sustancias segregadas por los seres vivos, como las lágrimas, la saliva o las secreciones nasales. Este hallazgo fue muy importante, ya que demuestra la posibilidad de que existan sustancias que, siendo inofensivas para las células del organismo, resultaran letales para las bacterias.

97. Todas las enzimas son:

- Proteínas.
- Lípidos.
- Glúcidos.
- Nucleótidos.

98. Estas macromoléculas poseen ciertas características, indicá la que no corresponda a las enzimas:

- Se ven afectadas por la temperatura y el pH.
- Tienen un lugar específico para unirse al sustrato.
- Funcionan como catalizadores de las reacciones químicas.
- Se gastan en las reacciones.

99. Las enzimas funcionan como:

- Mensajeros químicos.
- Hormonas.
- Catalizadores de reacciones.
- Receptores.

Oli está con Fleming también en 1928 cuando descubre que sus cultivos de bacterias, que había dejado abandonados para irse de vacaciones, estaban contaminados por un hongo. Oli y él observan que las colonias de estafilococos que rodeaban al hongo habían sido destruidas, mientras que otras colonias de estafilococos más lejanas estaban intactas.

Fleming hizo crecer el hongo en un cultivo puro y descubrió que producía una sustancia que mataba a estas bacterias causantes de enfermedades. Identificó al hongo como un organismo perteneciente al género *Penicillium* y, después de algunos meses de llamarlo «jugo de moho», el 7 de marzo de 1929 llamó a la sustancia «penicilina». Sin embargo, la penicilina tardó quince años en convertirse en un medicamento de uso universal. En 1944, Alexander Fleming fue nombrado Sir y en 1945 recibió el premio Nobel de Medicina, que compartió con Howard Florey y Ernst Boris Chain, que también realizaron sus trabajos en este campo. Oli estuvo con él en todos estos logros, feliz de acompañar al gran investigador y, con el tiempo, un gran amigo.

100. Si la penicilina tiene acciones antibióticas, ¿qué organismos afecta?:

- Bacterias.
- Virus.
- Hongos.
- Todas las anteriores.

101. Resolvé las siguientes actividades:

a) Dibujá dos células, las de los organismos que estaban presentes en los cultivos de Fleming:

Bacteria	Hongo

b) Hacé una lista de diferencias y similitudes entre las características de bacterias y hongos y sus células (como estructura celular, organelas, tipos de células, reproducción, cantidad de células).

Bacterias y hongos	
Similitudes	Diferencias

c) Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto:

La penicilina rompe indirectamente la **membrana celular/pared celular** de las bacterias. Esto lo realiza ya que **facilita/impide** que se forme la macromolécula principal de esta estructura, denominada **peptidoglicano/celulosa**.

Oli ahora se encuentra en 1944 en Estados Unidos en el laboratorio de la bioquímica y microbióloga Elizabeth Bugie Gregory (1920-2001). Puede observar allí cómo la científica logra, junto con colegas, uno de los descubrimientos más grandes del siglo XX: identificar la estreptomocina, un antibiótico activo contra Mycobacterium tuberculosis. Esta es una bacteria patógena, responsable de la mayor cantidad de los casos de tuberculosis en el mundo. Necesita oxígeno indispensablemente para llevar a cabo sus funciones metabólicas, ya que este elemento actúa como aceptor final de electrones en su cadena respiratoria.

102. Se puede afirmar que Mycobacterium tuberculosis es un organismo:

- Anaerobio estricto.
- Anaerobio facultativo.
- Aerobio.
- Aerotolerante.

103. Por el tipo de organismo que es, se puede afirmar que Mycobacterium tuberculosis se reproduce:

- Sexualmente por la fusión de gametas.
- Asexualmente por fisión binaria.
- Asexualmente por fragmentación.
- Sexualmente y asexualmente.

La tuberculosis puede afectar a cualquier órgano, pero la vía de ingreso más frecuente es el sistema respiratorio. Por lo tanto, la manifestación más habitual de la enfermedad es la pulmonar.

104. Resolvé las siguientes actividades

a) Indicá si las siguientes afirmaciones sobre el sistema respiratorio humano son verdaderas (V) o falsas (F).

Afirmaciones	VoF
El diafragma es el principal músculo involucrado en la respiración y se encuentra en la parte superior de la cavidad torácica	
Los alvéolos pulmonares son responsables del intercambio de gases, permitiendo la absorción de oxígeno y la eliminación de dióxido de carbono	
La tráquea es un conducto flexible que se encuentra entre la laringe y los bronquios, y está revestida por anillos cartilagosos que la mantienen abierta	
Los bronquios se ramifican en bronquiolos más pequeños que terminan en los alvéolos, donde ocurre el intercambio gaseoso	

Mycobacterium tuberculosis afecta principalmente a los pulmones, donde provoca una respuesta inmunitaria que intenta aislarla formando granulomas. Aunque los macrófagos intentan destruir la bacteria, esta puede sobrevivir en su interior y mantenerse latente durante años.

b) Distinguí las características y funciones de macrófagos y glóbulos rojos, y colocá "M" o "GR" según corresponda.

Características y funciones	Macrófagos (M) o glóbulos rojos (GR)
Transportan oxígeno y dióxido de carbono	
Fagocitan patógenos y restos celulares	
Contienen núcleo	
Ayudan en la defensa del cuerpo	
Carecen de núcleo	
También llamados eritrocitos	
Contienen hemoglobina	

Oli no puede creer su suerte: está en 1953 en la Universidad de Cambridge. Unos maestros de la escuela le enseñaron sobre una investigadora llamada Rosalind Franklin. Oli está emocionado por conocerla y no para de recordar la historia que le habían contado: Rosalind era una científica experta en aplicar la técnica utilizada para la determinación de la estructura de moléculas conocida como cristalografía de rayos X. Cuando la forma cristalizada de una molécula se expone a rayos X, los átomos en el cristal desvían algunos de los rayos y forman un patrón de difracción que da pistas sobre la estructura de la molécula. En mayo de 1952 ella consiguió, con el difractor de rayos X, fotografiar la cara B del ADN hidratado (la famosa «Foto 51»), es decir, la columna vertebral del ADN (figura 21). Sus trabajos fueron fundamentales para comprender la estructura molecular de los virus, el carbón y el grafito, por los que fue reconocida durante su vida».

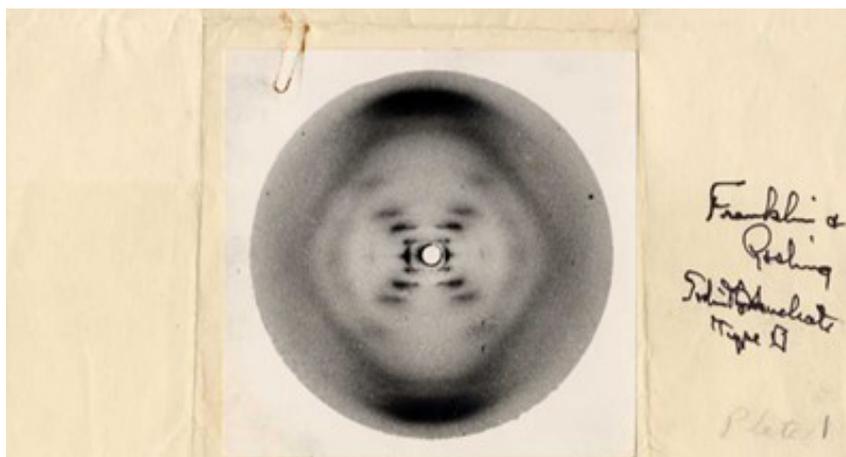


Figura 21. Imagen de la doble hélice de Rosalind Franklin. Fuente: Arroyo Gutiérrez (2020).

105. La cristalografía de Franklin dio importantes pistas sobre la estructura del ADN de células eucariotas, indicando que la molécula de ADN es una estructura:

- Helicoidal de tres cadenas.
- Circular de dos cadenas.
- Helicoidal de dos cadenas.
- Lineal de una cadena.

Las células eucariotas emplean un tipo complejo de estrategia de empaquetamiento para ajustar su ADN dentro del núcleo cuando se prepara para su división.

106. Indicá cuál es el orden correcto de los niveles de organización de ADN, desde el más básico al más complejo:

- I. Cromosoma.
- II. Nucleosoma.
- III. Cromatina.
- IV. ADN lineal.

- I, IV, II, III.
- III, II, I, IV.
- II, IV, III, I.
- IV, II, III, I.

107. Resolvé las siguientes actividades.

a) Con respecto a la composición del ADN, completá el siguiente texto utilizando los términos del catálogo:

Catálogo	guanina - ATP - base nitrogenada - citosina - monómeros - adenina - nucleótidos - pentosa - grupo fosfato - energía - timina
-----------------	--

Cada hebra de ADN está compuesta por una secuencia de _____, los cuales son moléculas pequeñas sintetizadas por todos los organismos vivos, que están formadas por la unión de tres tipos moleculares: una _____, un azúcar simple y un _____.

Los nucleótidos son los _____ de los ácidos nucleicos, pero también realizan funciones importantes como molécula libre, por ejemplo, el _____ (adenosín trifosfato o trifosfato de adenosina) es un nucleótido fundamental en la obtención de _____ celular. Está formado por la base nitrogenada _____ unida al carbono uno de un azúcar de tipo _____.

Las bases nitrogenadas presentes en el ADN pueden ser purínicas (adenina y _____) o pirimidínicas (_____ y _____).

b) Si un determinado segmento de ADN tiene la siguiente secuencia de nucleótidos en una de sus cadenas: 3' TTCGCAGCAAT 5'. ¿Cuál debe ser la secuencia de nucleótidos de su cadena complementaria? Indicá los extremos 3' y 5'.

Oli visita a Theodore Maiman, que en 1960 construyó el primer láser operable del mundo. Este utilizaba una pequeña barra sintética con extremos plateados para producir un haz estrecho de luz monocromática con una longitud de onda de aproximadamente 694 nanómetros. Se concentró en crear un dispositivo capaz de convertir la radiación electromagnética de frecuencia mixta en luz altamente amplificada y coherente de frecuencia discreta.

108. ¿Cuál fue el elemento clave que utilizó Maiman para construir su láser?

- Una varilla sintética de rubí.
- Gases, como el neón.
- Vapores alcalinos.
- Una varilla sintética de diamante.

109. Indica la opción que no corresponda respecto a la luz láser:

- Es monocromática, es decir, tiene una sola longitud de onda.
- No está direccionada, es decir que se propaga en diversas direcciones al mismo tiempo.
- Es coherente, lo que significa que todas sus ondas están en fase.
- En el espectro visible, su color depende del valor de su longitud de onda.

Oli, al aprender en uno de sus viajes que la tuberculosis fue una enfermedad de mucho impacto en la salud mundial, decide viajar a épocas más actuales para investigar qué se sabe sobre la tuberculosis en Argentina. Por eso indaga en los archivos del Ministerio de Salud y encuentra informes que datan hasta el año 2016.

Las figuras 22 y 23 representan, mediante gráficos de barra o histogramas, los casos de tuberculosis registrados en Argentina entre los años 1980 y 2016, y los casos de tuberculosis en 2016 según rango de edades.

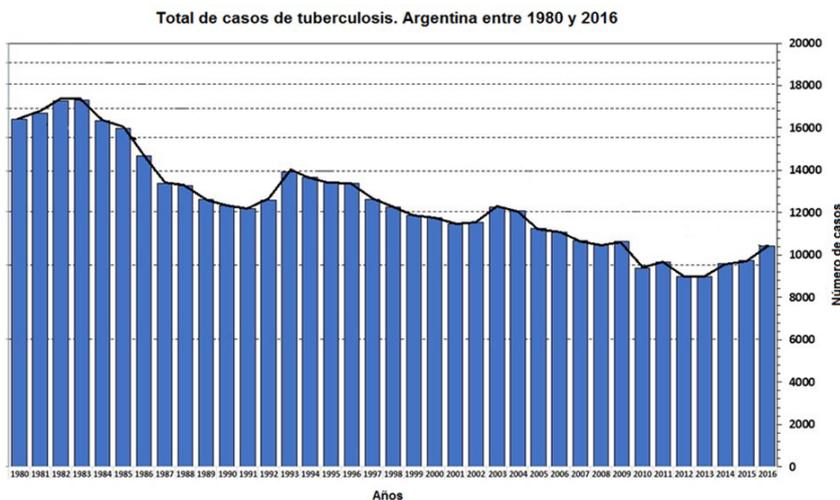


Figura 22. Gráfico de barras A. Fuente: Modificado de Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud Dr. Carlos Malbrán (AN-LIS-ENER). <https://www.argentina.gob.ar/salud/anlis/iner/base-de-datos-iner>.

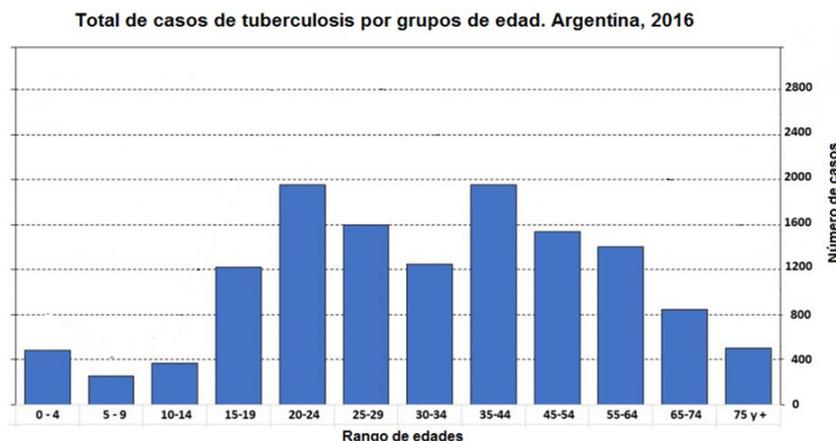


Figura 23. Gráfico de barras B. Fuente: Modificado de Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud Dr. Carlos Malbrán (AN-LIS-ENER). <https://www.argentina.gob.ar/salud/anlis/iner/base-de-datos-iner>.

110. Resolvé las siguientes actividades:

a) ¿En qué años se registraron mayor cantidad de casos de tuberculosis? ¿Y en qué años menor cantidad de casos de tuberculosis?

b) Desde 1980 al 2016, ¿los casos de tuberculosis decrecieron año a año en Argentina? ¿Y cómo fue la tendencia de casos de tuberculosis? Justificá tu respuesta.

c) En el año 2016, ¿en qué rango de edad se registró la mayor cantidad de casos?

d) En el 2016, ¿en pacientes menores de 5 años se registraron la menor cantidad de casos? Justificá tu respuesta.

e) Teniendo en cuenta que en el año 2016 el total de casos fue de 10 040, calculá qué porcentaje de personas que tenían tuberculosis se encontraban en el rango de edad entre 15 y 19 años.



f) Considerando que la vacuna de la tuberculosis se inventó en 1921, ¿cómo esperás que sean las barras en el gráfico A desde 1920 hacia atrás?



g) ¿Y cómo esperás que sean las barras del gráfico A desde 2016 hacia adelante?



Prácticas experimentales

Experiencia 1. Crecemos, ¿hacia dónde vamos?

Casi nunca pensamos cómo se mueven las plantas o, si lo hemos hecho, consideramos que son movimientos insignificantes. Sin embargo, los movimientos son vitales en las plantas, ya que les permiten orientarse de tal manera que puedan aprovechar mejor los recursos que tienen en el lugar donde se encuentran.

*Uno de los primeros naturalistas que se preguntó sobre esto fue el mayor exponente de la teoría de la evolución, Charles Darwin. Él y su hijo Francis Darwin realizaron experimentos para estudiar, principalmente, el efecto de la luz en el movimiento de plantas y luego plasmaron sus resultados en el libro *El poder del movimiento en las plantas* en 1880.*

Posteriormente, se realizaron otras investigaciones para conocer los movimientos de las plantas como respuesta a diferentes estímulos, lo que actualmente denominamos tropismo. Cada tropismo recibe un nombre específico según el estímulo recibido por el ser vivo, por ejemplo, fototropismo, geotropismo o hidrotropismo, entre otros.

Objetivos

- Observar los movimientos de tropismo en vegetales.
- Analizar y predecir la dirección del crecimiento de la radícula de semillas de maíz.

Materiales

- Caja de petri: 1
- Semillas de maíz remojadas en agua por 24 h: 10
- Papel de filtro: 1
- Algodón: 50 g aproximadamente
- Marcador indeleble: 1
- Plastilina: 1
- Tijera: 1
- Cinta adhesiva: 1
- Rociador pequeño con agua: 1
- Regla: 1

Procedimiento

1. Seleccioná cuatro semillas de maíz sanas (previamente remojadas) y lo más similares en tamaño entre sí.
2. Tomá la base de la caja de Petri, recortá el papel de filtro del tamaño de la caja, retíralo y reservalo.
3. Colocá algodón en la base de la caja de Petri hasta llenarla. Colocá la tapa y comprobá que haya quedado completamente llena, luego retirá la tapa.
4. Rociá con agua el algodón de la caja de Petri hasta que se encuentre húmedo y colocá el círculo de papel de filtro cortado a medida sobre el algodón.
5. Rociá nuevamente con agua, ahora sobre el círculo de papel de filtro.
6. Colocá sobre el filtro las cuatro semillas de maíz seleccionadas en la posición que indica la figura 1.

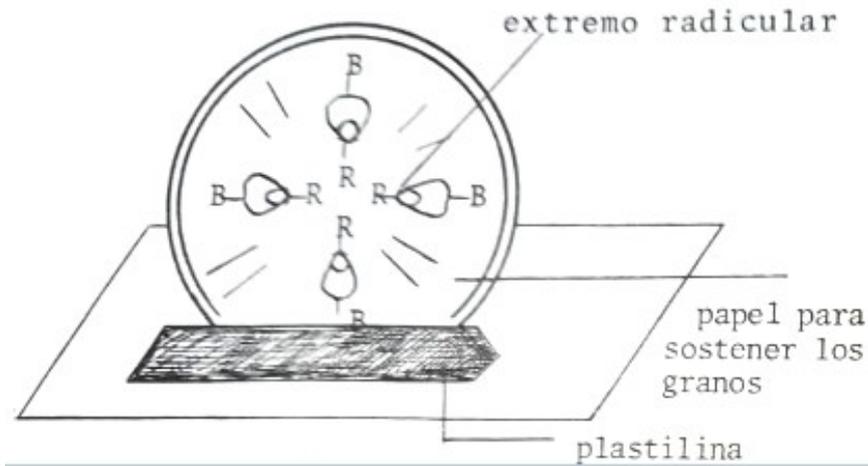


Figura 1. Posición de las semillas en la caja de Petri. Fuente: modificado de De Camba (1970).

7. Tapá la caja de Petri, presioná para que quede firme y ubicala de forma vertical. Verificá que las semillas permanezcan en el lugar en que fueron colocadas. Si se mueven, debés agregar más algodón hasta que queden fijas.
8. Una vez que las semillas quedaron fijas, colocá cinta adhesiva en el borde de la caja de Petri para cerrarla lo más herméticamente posible.
9. Tomá la plastilina y realizá una base para la caja de Petri sobre una superficie lisa, como se observa en la figura 1.
10. Por último, colocá la caja de Petri en la base de plastilina y verificá que se sostenga adecuadamente, ya que deberá permanecer en posición vertical al menos una semana.
11. Observá la caja de Petri y dibujá en el recuadro que se presenta a continuación cada una de las semillas en la posición que han quedado dentro de la caja. Enumerá las semillas del 1 al 4 en su dibujo.



12. Planteá predicciones sobre lo que creés que sucederá con la radícula de cada una de las semillas en el experimento:

Semilla 1: _____

Semilla 2: _____

Semilla 3: _____

Semilla 4: _____

Actividades

1. Registrá en la tabla 1 lo observado para cada semilla durante diez siete días. Podés agregar lo que observás y medir con una regla el crecimiento.

Tabla 1. Registro de actividad de las semillas

Día	Semilla 1		Semilla 2		Semilla 3		Semilla 4	
	Dirección de la radícula	Otros cambios observados	Dirección de la radícula	Otros cambios observados	Dirección de la radícula	Otros cambios observados	Dirección de la radícula	Otros cambios observados
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

2. En los siguientes recuadros realizá dibujos comparando el día 1 con el día 7 del experimento.

Día 1	Día 7

3. ¿En qué dirección y sentido crecen la radícula y el cotiledón? ¿A qué estímulo están respondiendo?

4. Analizá las predicciones planteadas en el punto 12 del procedimiento e indicá cuáles aceptarían y cuáles rechazarían. Compará los resultados con dichas predicciones y escribí tus conclusiones.

5. Seleccioná una palabra de cada conjunto para que el siguiente texto sea correcto.

Luego de 5 días de experimento, el primer órgano que emergió de la semilla fue **el cotiledón/la radícula**. Inicialmente **los cotiledones/las radículas** de todas las semillas crecieron en **distinta/igual** dirección y sentido. Luego, en **todas/algunas** semillas se observó un cambio de dirección de crecimiento radicular en respuesta a un estímulo **externo/interno**: la **luz/gravedad**. La respuesta del órgano vegetal a un estímulo dado puede ser **negativa/positiva** si crece hacia el estímulo o **negativa/positiva** si crece en sentido contrario a este.

6. Indicá si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F):

Afirmación	VoF
Los tropismos son respuestas a estímulos internos de la planta	
Los movimientos de las plantas siempre se dan hacia el estímulo	
Los tropismos son respuestas relativamente rápidas y su efecto es permanente	
Los tropismos generalmente se asocian a la dirección del crecimiento de la planta	
Los tropismos son respuestas relativamente lentas y su efecto es permanente	
Los tropismos son respuestas a estímulos externos a la planta	

7. Luego de los trabajos de Darwin se descubrieron otros movimientos de las plantas. Completá la tabla 2 con respecto a los tropismos, el estímulo correspondiente que recibe la planta y la respuesta que presenta. Si no lo conocés podés investigar.

Tabla 2. Clasificación de tropismos

Tropismo	Estímulo	Respuesta de la radícula (indicando dirección con positivo o negativo)	Respuesta del vástago (indicando dirección con positivo o negativo)
Fototropismo			
Geotropismo o gravitropismo			
Hidrotropismo			

8. Definí y colocá un ejemplo de los siguientes tropismos. Si no los conocés podés investigar.

Tropismo	Definición	Ejemplo
Tigmotropismo		
Quimiotropismo		

Si deseás podés repetir el procedimiento y observar qué sucede con semillas de otras especies. Por ejemplo: limones, manzanas, porotos, lentejas, soja, arvejas, etc.

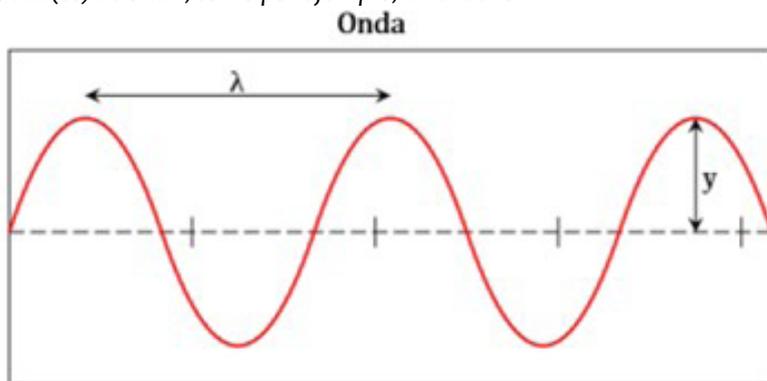
Experiencia 2. Naturaleza ondulatoria de la luz

Isaac Newton, luego de una serie de experimentos, llegó a la conclusión de que la luz estaba compuesta por un torrente de pequeñas partículas, y la creencia de una naturaleza corpuscular se extendió hasta principios del siglo XIX, cuando Thomas Young tomó cartas en el asunto. En 1801 Young demostró que cuando la luz incide sobre dos aberturas muy cercanas pasa a través de ellas y se desvía de su camino original, y logró que luego de pasar por ambas aberturas se superponga y produzca un patrón de zonas brillantes y oscuras. A este patrón se lo suele llamar patrón de interferencia o difracción. Esta es una propiedad intrínseca de las ondas, por lo que la teoría ondulatoria de la luz triunfaba por sobre la corpuscular.

Pero, ¿a qué llamamos interferencia o difracción de la luz?

La difracción es un fenómeno característico de las ondas, y ocurre cuando estas se encuentran con un obstáculo cuyas dimensiones son comparables a la longitud de onda, lo que produce una desviación de la onda original. El obstáculo en cuestión puede ser tanto un objeto que se antepone a la onda como una rendija que deja pasar solamente una pequeña parte de ella.

La luz es aquella porción del espectro electromagnético detectable por el ojo humano. Es, por lo tanto, una onda electromagnética (figura 1) y como tal puede ser difractada por objetos de tamaños comparables con su(s) longitud(es) de onda, como por ejemplo, un cabello.



λ = longitud de onda
y = amplitud

Figura 1. La luz es una onda electromagnética. Fuente: extraída de <https://es.wikipedia.org/wiki/Onda>.

El estudio de la difracción de la luz se simplifica si utilizamos luz monocromática (es decir, luz de un solo color), condición que se satisface en un dispositivo láser.

¿Por qué se observan franjas brillantes seguidas de franjas oscuras en el patrón de difracción?

Para comprender el origen de las franjas brillantes y oscuras es necesario desarrollar algunos conceptos. Denominamos frente de onda (figura 2) al lugar geométrico en el cual, para un instante determinado, todos sus puntos se encuentran en el mismo estado de oscilación.

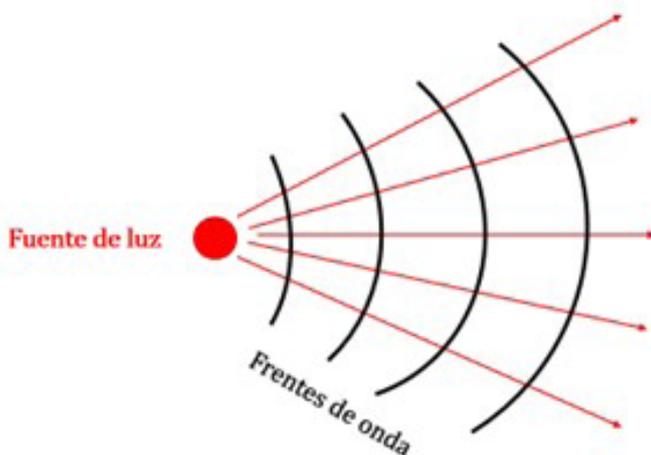


Figura 2. Frentes de onda. A grandes distancias, pueden ser considerados como planos perpendiculares a la dirección de propagación de la onda. Fuente: elaboración propia.

La interferencia es el fenómeno por cual dos o más ondas se superponen y dan como resultado otra onda de mayor, menor o igual amplitud. Se denomina interferencia constructiva a la superposición de ondas de igual frecuencia y cuya onda resultante tiene amplitud mayor a las de las ondas originales. Contrariamente, se denomina interferencia destructiva a la superposición de ondas de igual frecuencia y cuya onda resultante tiene amplitud menor a las de las ondas originales (figura 3).

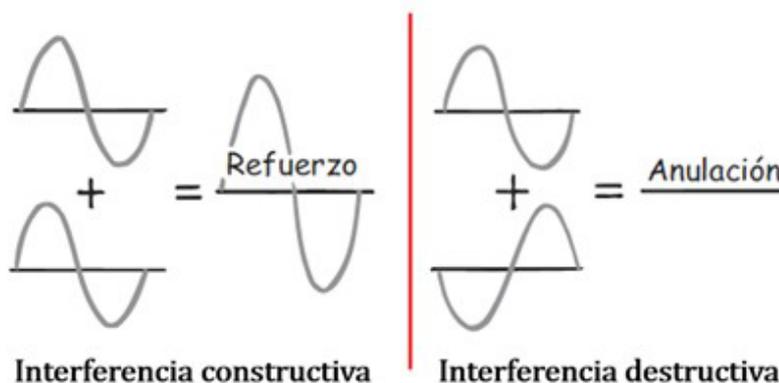


Figura 3. Interferencia constructiva versus interferencia destructiva. Fuente: adaptado de Hewitt (2007).

Consideremos ahora el frente de una onda electromagnética. Cada punto de él se puede considerar como una fuente de ondas secundarias (figura 4). Cuando anteponeamos un obstáculo (de dimensiones comparables a la longitud de onda en cuestión) en el camino de la luz modificamos el frente de onda original. Así, los puntos de este frente de onda que no son frenados por el objeto, se recombinan y producen franjas brillantes (donde hay interferencia constructiva) y franjas oscuras (donde hay interferencia destructiva).

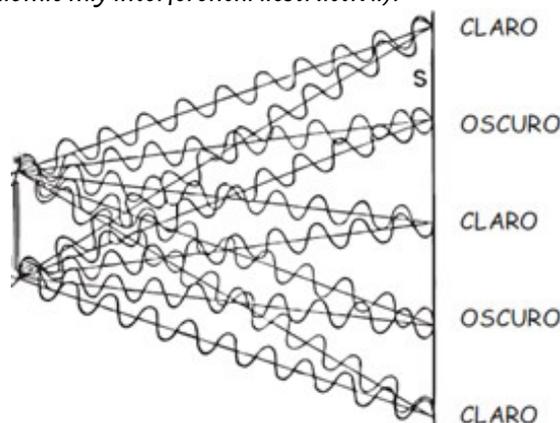


Figura 4. Esquema que muestra la recombinación de la luz al ser difractada por un objeto. Las dimensiones del dibujo no están a escala. Fuente: adaptado de Hewitt (2007).

Todo parecía indicar que la luz no era otra cosa que una onda; sin embargo, el cambio de siglo le dio una revancha a la teoría corpuscular cuando Einstein introdujo el concepto de fotón en 1905. Te invitamos a investigar acerca de la naturaleza dual de la luz. Mientras, trabajaremos con la naturaleza ondulatoria de la luz.

Objetivos

- Comprobar la naturaleza ondulatoria de la luz.
- Estimar el grosor de un cabello a partir de la difracción de la luz.

Materiales

- Cabello: 1
- Láser de color rojo (que indique la longitud de onda del haz de luz): 1

- Regla: 1
- Cinta adhesiva: 1
- Cinta métrica: 1
- Láser de color verde (que indique la longitud de onda del haz de luz): 1 (opcional)

Importante: para el desarrollo de la siguiente actividad es conveniente trabajar en un espacio a oscuras. Jamás debés apuntar el láser hacia los ojos.

Procedimiento

1. Anotá en la tabla 1 el valor de la longitud de onda del láser rojo (tengan en cuenta que este valor variará en función del láser que utilicés). Denotaremos dicho valor con la letra griega λ (lambda).

Tabla 1. Longitudes de onda

Láser	Longitud de onda (λ)
Rojo	
Verde (opcional)	

2. Ubicate en una habitación oscura, a una distancia mínima de dos metros con respecto a alguna pared o puerta que utilizarás como pantalla y a la que apuntarás el láser. Con la cinta métrica medí esta distancia y anotá el valor en la tabla 2. Llamaremos a esta medida S.

Tabla 2. Distancias utilizadas en el experimento

Láser	Distancia persona-pantalla (S)	Distancia entre franjas oscuras (Y)
Rojo		
Verde (opcional)		

3. Colocá un cabello en el medio del agujero por donde sale el haz de luz láser. Podés ayudarte fijando el cabello al puntero láser con cinta adhesiva. Nombraremos al grosor del cabello con la letra G.
4. Un compañero deberá colocarse en la pared o puerta que utilizarán de pantalla con regla en mano para realizar una medición una vez que enciendan el puntero láser.

*Te invitamos a tratar de **predecir qué observarás en la pantalla** una vez que enciendan el puntero láser con el cabello en el medio...*

5. Encendé el puntero láser. Deberás observar en la pantalla un patrón de difracción como el que se muestra en la figura 5.

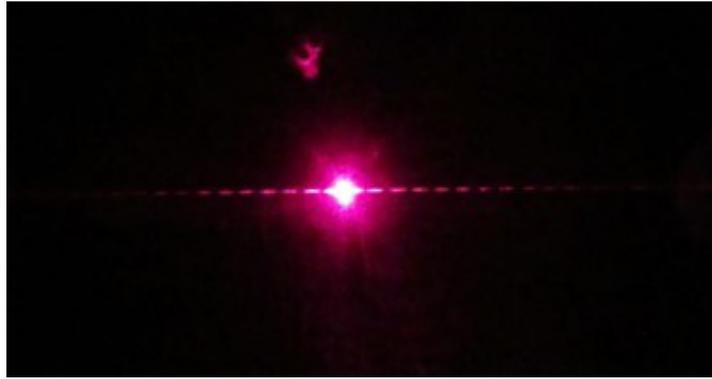


Figura 5. Patrón de difracción de luz láser. Fuente: elaboración propia.

6. Con una regla, un compañero deberá tomar la distancia entre las franjas oscuras que acompañan a la franja brillante central. Llamaremos a esta medida Y . Anotá esta medida en la tabla 2.

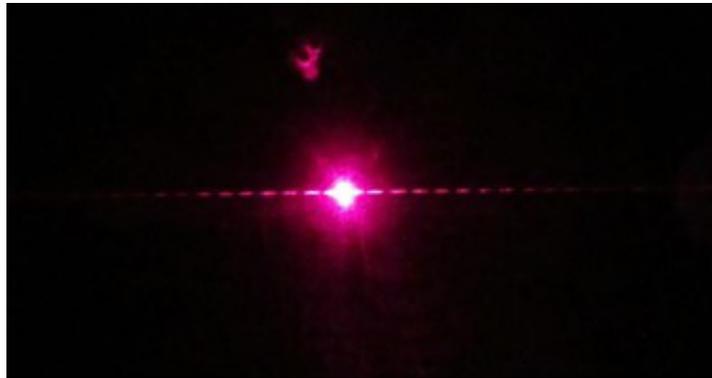


Figura 6. Medición de Y . Fuente: elaboración propia.

7. *Opcional*: repití los pasos anteriores para el láser verde y compará los resultados.

Si deseás podés repetir el procedimiento y observar qué sucede desplazando el láser. Por ejemplo: duplicando la distancia inicial o reduciéndola a la mitad.

Actividades

Una vez realizadas las mediciones, estás en condiciones de calcular el grosor del cabello. Para ello deberás utilizar la siguiente ecuación:

$$G = (2 \cdot S \cdot \lambda) / Y \text{ (ecuación 1)}$$

El grosor del cabello humano puede variar según su color, el sexo y la edad de cada persona, desde los $17 \mu\text{m}$ hasta los $180 \mu\text{m}$.

1. *Calculá el grosor del cabello.*

2. *Indicá si las siguientes afirmaciones son verdaderas (V) o falsas (F).*

Afirmación	VoF
<i>La difracción de la luz es un fenómeno que muestra su naturaleza corpuscular</i>	
<i>Si se aumentara la distancia hacia la pantalla S, para un mismo cabello y láser, se obtendría una franja central de menor tamaño Y</i>	
<i>Las franjas brillantes son zonas en donde existe interferencia constructiva de la luz, mientras que las franjas oscuras son zonas donde existe interferencia destructiva de la luz</i>	
<i>Opcional: La luz verde posee menor longitud de onda que la luz roja, es por ello que para un mismo cabello de grosor G y una misma distancia S producirá una franja central de menor tamaño Y</i>	

Experiencia 3. Nada se pierde, todo se transforma

Antoine Lavoisier nació el 26 de agosto de 1743 en París, Francia, y vivió en el siglo XVIII, 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 de la química en la actualidad, considerado un avance que revolucionó nuestra comprensión de las reacciones químicas. El descubrimiento de esta ley surgió de un extenso trabajo con experimentos meticulosos, que incluyen la combustión y otras 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 los fundamentos 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 15 cm: 4
- Balanza: 1
- Cinta métrica: 1

Parte A

Procedimiento

1. Con ayuda del marcador indeleble etiquetá las cuatro botellas como «A», «B», «C» y «D».
2. Medí con la jeringa 50 ml de vinagre y colocalos en la botella A.
3. Pesá la botella A con su contenido y anotá este dato en la tabla 1.
4. Pesá, con ayuda de un papel, 10 g de bicarbonato de sodio. Anotá este dato en la tabla 1.
5. Añadí el bicarbonato de sodio a la botella A. Cuando termine la reacción, observá qué sucede. Podés agitar suavemente para ayudar a que acabe la reacción (una vez que deje de burbujear).

6. Pesá la botella A con su contenido y completá la tabla 1.

Tabla 1. Tabla a completar en los pasos 3, 4 y 6 de la parte A de la experiencia 3: Variación de masa en una reacción entre vinagre y bicarbonato de sodio

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. Considerando que el vinagre de alcohol contiene ácido acético (CH_3COOH) y que al reaccionar con bicarbonato de sodio (NaHCO_3) se genera acetato de sodio (CH_3COONa), agua y dióxido de carbono, escribí y balanceá la reacción química que ocurre durante el experimento realizado.

2. Indicá 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 medir la misma masa antes y después de la reacción. ¿Observaste este comportamiento durante el experimento? ¿A qué creés que se debe?

4. Calculá la masa de dióxido de carbono generado durante la reacción basándote en las medidas tomadas experimentalmente.

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

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

Parte B

Procedimiento

1. Con ayuda del marcador indeleble etiquetá los tres globos como B, C y D.
2. Medí con la jeringa 25 ml de vinagre y colocalos en la botella B.
3. Pesá, con la ayuda de un papel, 5 g de bicarbonato de sodio y agregalos dentro del globo B.
4. Colocá el globo B en la boca de la botella B, sin que caiga el bicarbonato de sodio en el líquido.
5. Volcá el bicarbonato de sodio del globo B dentro de la botella B, de modo que se mezcle con el vinagre. En este proceso no debés sacar el globo de la boca de la botella. Si fuera necesario sostenelo con la mano. Esperá hasta que termine la reacción (cuando deje de burbujear) y observá qué sucede. Podés agitar suavemente para ayudar a que se complete la reacción.
6. Con cuidado retirá el globo B de la boca de la botella B y hacé un nudo de modo que no se escape el gas contenido en su interior.
7. Medí el diámetro del globo B utilizando la cinta métrica y completá la tabla 2.
8. Medí con la jeringa 50 ml de vinagre y colocalos en la botella C.
9. Pesá, con ayuda de un papel, 10 g de bicarbonato de sodio y agregalos dentro del globo C.
10. Repetí los pasos 4, 5, 6 y 7 con el globo y la botella C.
11. Medí con la jeringa 75 ml de vinagre y colocalos dentro de la botella D.
12. Pesá, con ayuda de un papel, 15 g de bicarbonato de sodio y agregalos dentro del globo D.
13. Repetí los pasos 4, 5, 6 y 7 con el globo y la botella D.
14. Teniendo en cuenta que la densidad del vinagre es de 1,0056 g/ml, calculá la masa de vinagre para los ml medidos en los pasos 2, 8 y 11 y completá la tabla 2.

Tabla 2. Relación entre la masa de reactivos y el diámetro del globo inflado

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

Actividades

1. Ordená las botellas según la cantidad de producto de reacción que generaron.

_____ > _____ > _____

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

Volumen de dióxido de carbono (L)	
Primera experiencia	
Segunda experiencia	
Tercera experiencia	

3. Buscá en Internet la temperatura y la presión atmosférica de tu ciudad durante el día de hoy y, utilizando la ley de gases ideales, calculá la masa de dióxido de carbono generada en cada una de las experiencias.

Masa de dióxido de carbono (g)	
Primera experiencia	
Segunda experiencia	
Tercera experiencia	

4. Completá, con los términos 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 _____, y así se cumple 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 4. Recreación del experimento de Pasteur

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, incluso 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
- Puré de zapallo calabaza, coreano o inglés: una taza
- Vaso de precipitado de 250 ml: 1
- Mechero, trípode y tela de amianto: 1
- Marcador indeleble: 1
- Plastilina: 8 barritas (o cuatro tapones perforados para tubos y dos tapones cerrados para tubos)
- Servilletas: 5
- Cucharita descartable: 1
- Varilla de vidrio: 1
- Agua: cantidad necesaria
- Pinza de madera: 1
- Cronómetro: 1

Procedimiento

1. Con el marcador, rotulá los tubos de ensayo con las letras de la A a la H y ubicalos en la gradilla.
2. Colocá en cada tubo de ensayo una cucharadita de puré de zapallo. Utilizá la varilla de vidrio para que todo el puré quede en el fondo de los tubos.
3. Volvé a ubicar los tubos de ensayo en la gradilla. Limpiá con una servilleta la boca de los tubos, para evitar que quede zapallo en los bordes.
4. Tapá los tubos B y D con tapones cerrados o plastilina. Asegurate de que queden cerrados lo más herméticamente posible y ubicalos en la gradilla.
5. Tomá dos tapones perforados o plastilina y colocá en ellos los tubos de vidrio o sorbetes rectos. Tapá con estos tapones los tubos E y G. Asegurate de que queden cerrados lo más ajustadamente posible. Ubicalos en la gradilla.
6. Tomá dos tapones perforados o plastilina y colocá en ellos los tubos de vidrio o sorbetes curvados. Tapá con estos tapones los tubos F y H. Asegurate de que queden cerrados lo más ajustadamente posible. Ubicalos en la gradilla.
7. Los tubos A y C quedarán destapados.
8. Colocá los tubos C, D, E y F en el vaso de precipitado.
9. Colocá en el vaso de precipitado agua hasta la mitad de su capacidad.

10. Armá el mechero, con el trípode y la tela de amianto. Encendé el mechero (solicitar ayuda a la docente).
11. Colocá el vaso de precipitado con el agua y los tubos sobre la tela de amianto.

¡IMPORTANTE!
 Cuando coloqués a calentar los tubos,
 asegurate de que sus bocas no apunten a ninguna persona.

12. Dejá que hierva durante 20 minutos. Iniciená el cronómetro o controlená con el reloj.

Aclaración 1:
 Mientras esperás que hierva, podés ir limpiando y guardando el material de la primera parte, excepto los tubos de ensayo que seguirán siendo utilizados.

Aclaración 2:
 Mientras esperás podés ir resolviendo las actividades de la tercera parte.

13. Una vez transcurridos los 20 minutos, apagá el mechero.
14. Esperá a que se enfríen los tubos de ensayo.
15. Luego, con la pinza de madera, retirá cuidadosamente cada tubo de ensayo y colocalos en la gradilla.
16. Dejá la gradilla con los tubos en un lugar protegido durante 15 días y colocá un cartel de «no tocar». Dialoguen entre ambos á con tus compañeros y propongan una predicción para cada tubo. Es decir, qué piensan que ocurrirá en cada tubo cuando pasen los 15 días (¿esperan cambios?, ¿qué tipo de cambios?).

Tubo	Predicciones
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

17. Cada 3 días realizá observaciones de lo que sucede en cada tubo. Escribí en la tabla 1 cómo se observa el contenido de cada tubo de ensayo (color, textura, presencia de colonias de microorganismos, etc.). Colocá la fecha de observación y número de día desde el inicio del experimento.

Tabla 1. Observaciones de la experiencia 4

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

Actividades

1. Analizá cada una de las predicciones e indicá cuáles aceptarían y cuáles rechazarían. Analizá tus predicciones e indicá cuáles fueron correctas y cuáles no lo fueron.

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

2. Analizá los resultados y, en caso de observar presencia de microorganismos en alguno de los tubos, explicá cómo se originaron.

3. Ordená los tubos de mayor a menor presencia de microorganismos. Colocá las letras según corresponda.

_____ > _____ > _____ > _____ > _____ > _____ > _____ > _____

4. ¿Hubo diferencia entre los tubos E y F? Explicá el motivo.

5. ¿Obtuviste los mismos resultados que Pasteur?

6. Según tu experiencia en el laboratorio, ¿aceptarías o rechazarías la teoría de la generación espontánea? Justificá tu respuesta.

Experiencia 5. Forma de un chorro de agua

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

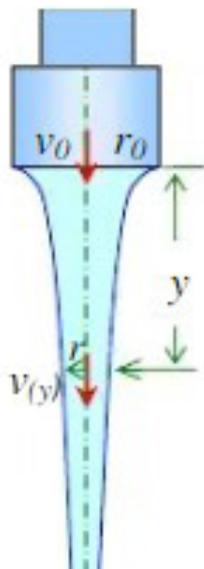


Figura 1. Forma del chorro de agua que sale de un grifo. Fuente: Elaboración propia.

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

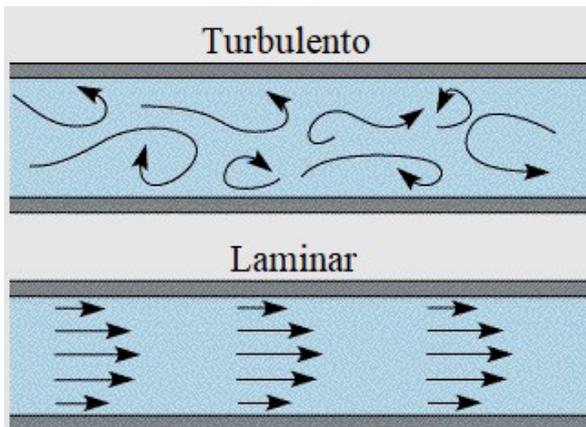


Figura 2. Ejemplos de fluidos en régimen turbulento (arriba) o laminar (abajo). Fuente: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Flujo-laminar-y-turbulento.gif>.

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 (A) que atraviesa, 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:

$$\begin{aligned} Q_y &= Q_o \\ v_y \cdot A_y &= v_o \cdot A_o \\ v_y \cdot \pi \cdot r_y^2 &= v_o \cdot \pi \cdot r_o^2 \quad (3) \end{aligned}$$

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 permite vincular el radio del chorro de agua con la altura:

$$r_y^2 = \frac{(v_o \cdot \pi \cdot r_o^2)}{(v_y \cdot \pi)} = \frac{(v_o \cdot r_o^2)}{v_y} = \frac{(v_o \cdot r_o^2)}{\sqrt{(v_o^2 + 2 \cdot g \cdot y)}}$$

o bien:

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

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, medí el diámetro interno (D_o) del grifo, como se muestra en la figura 3. Esto te permitirá calcular el radio inicial r_o . Anotá estos valores en la tabla 1.

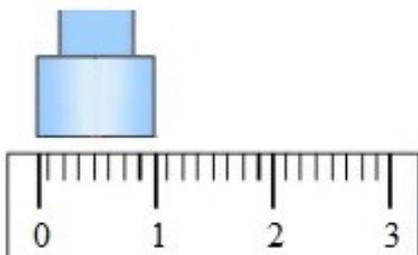


Figura 3. Posición de la regla con respecto al grifo para medir su diámetro interno. Fuente: elaboración propia.

2. Colocá 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.

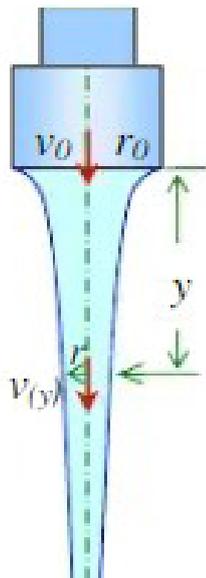


Figura 4. Posición de la regla con respecto al grifo para medir distancia vertical.
Fuente: elaboración propia.

3. Abrió el grifo de manera que tenga un régimen laminar, es decir, que el agua salga en forma clara y sin turbulencias.
4. Tomá una fotografía del chorro de agua que permita ver su forma cónica y en la cual se vea la regla.
5. Tomá el cronómetro. Con ayuda, poné a llenar el vaso de precipitado con el chorro de agua al mismo tiempo que iniciás el cronómetro, y detenelo cuando el agua llegue a la marca de 200 ml (o a la marca que posea tu vaso). Anotá el volumen (ΔV) y el tiempo medido (Δt) en la tabla 1.
6. Cerrá el grifo y descartá el agua del vaso de precipitado.

Tabla 1. Datos obtenidos durante la experiencia 5

Diámetro inicial del chorro de agua (cm)	
Radio inicial del chorro de agua (cm)	
Volumen de agua en el vaso de precipitado (ml)	
Tiempo medido en el paso 5(s)	

Actividades

1. Utilizando la ecuación 2, los datos del volumen vertido y el tiempo de la tabla 1, calculá el caudal del grifo.

2. Utilizando el caudal calculado y el radio inicial (r_0), a partir la ecuación 2, calculá la velocidad inicial (v_0). Utilizá 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), abrí la fotografía tomada. Observando la regla en la fotografía, elegí una altura a la cual el chorro se vea más angosto que el inicial. Utilizando esa altura y las ecuaciones 3 y 4 calculá la velocidad del agua y el radio del chorro de agua a esa altura. Utilizá el valor $g = 980 \text{ cm/s}^2$.

4. Calculá nuevamente la velocidad del agua a esa altura pero utilizando la ecuación 1.

5. Repetí toda la experiencia abriendo más el grifo, de manera que cambie el caudal de agua. También podés repetir la experiencia abriendo el grifo lo menos posible para que la diferencia de diámetros sea más marcada y respondé las siguientes preguntas:

a) ¿Coincide el valor de velocidad obtenido en este caso con el del caso anterior?

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 6. Catalizadores: los aceleradores químicos

El siglo **XIX** fue una época de efervescencia científica e industrial en la que figuras notables contribuyeron de manera significativa al avance de la química y a la transformación de la industria. En medio de este contexto histórico, en el Reino Unido, un joven químico llamado Alexander William Williamson emergió como una figura destacada en el mundo de la química. Su trabajo revolucionario en la comprensión de los procesos químicos lo llevó al descubrimiento fundamental de la catálisis, un fenómeno que cambió para siempre la forma en que los químicos abordan las reacciones químicas y la síntesis de compuestos orgánicos.

La Inglaterra del siglo **XIX**, marcada por la Revolución Industrial y el auge de la química como disciplina científica, brindó el escenario perfecto para las investigaciones de Williamson. En un momento en que la demanda de productos químicos y avances tecnológicos estaba en constante crecimiento, su trabajo en la Universidad de Londres y en el Royal College of Chemistry se convirtió en un faro de innovación. A través de su meticulosa investigación y experimentación, Williamson sentó las bases para la comprensión de la catálisis, un proceso mediante el cual ciertas sustancias aceleran reacciones químicas sin ser consumidas en el proceso.

El legado de Alexander William Williamson sigue influyendo en la química moderna y en la industria, y su contribución al entendimiento de los mecanismos de reacción química ha trascendido el tiempo y el espacio, y ha dejado una huella perdurable en la historia de la ciencia.

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2), conocido como agua oxigenada, es una sustancia que todos conocemos por sus propiedades desinfectantes y su capacidad para liberar oxígeno. El proceso de descomposición del peróxido de hidrógeno, en agua y oxígeno se llama dismutación y es un proceso muy lento que ocurre de manera natural. Este proceso puede ser acelerado con el uso de catalizadores, que, como vimos anteriormente, son sustancias que aceleran las reacciones químicas sin ser consumidas. Una sustancia que cumple con esta función es la enzima catalasa, la cual podemos encontrar en la sangre, en el hígado de los animales y en otros seres vivos, como las levaduras y las bacterias. El uso de sustancias químicas como ácidos, o cambios bruscos de temperatura producen la inactivación de esta enzima, lo que conlleva a una disminución o bloqueo de su función como catalizador, evitando que la reacción de descomposición del peróxido de hidrógeno sea acelerada.

Objetivo

- Comprobar experimentalmente la influencia de la enzima catalasa como catalizador en la velocidad de descomposición del peróxido de hidrógeno.

Materiales

- Peróxido de hidrógeno (agua oxigenada) 10 V: 100 ml
- Agua a 30 °C: 100 ml
- Levadura seca: 10 g
- Vinagre de alcohol: 10 ml
- Papel de aluminio o papel fino para pesar: 1
- Tubos de ensayo: 7
- Gradilla: 1
- Balanza: 1
- Jeringa: 1
- Pipeta Pasteur: 1
- Palito de *brochette* o varilla de vidrio: 3
- Cronómetro: 1
- Mechero con conexión a gas o mechero de alcohol: 1
- Pinza de madera: 1

- Marcador Indeleble: 1
- Termómetro: 1
- Gafas: 2

Procedimiento

1. Tomá tres tubos de ensayo y etiquetalos con las letras «LH», «LA» y «LT».
2. Pesá 1 g de levadura seca sobre el papel de aluminio y/o papel fino y agregalo en el tubo de ensayo LH, repetí el paso en los restantes tubos.
3. Medí 2 ml de agua a 30 °C con la jeringa y añadilos en los tubos que contienen levadura. Esperá cinco minutos para que se hidrate la levadura y se active la catalasa.
4. Tomá el tubo LA y agregá 5 ml de vinagre con ayuda de la jeringa. Utilizá el palito de *brochette* o una varilla de vidrio para remover la mezcla suavemente. Colocá el tubo en la gradilla.
5. Encendé el mechero y colocate las gafas.



¡IMPORTANTE!

Cuando coloqués el tubo en el mechero, ubicalo levemente inclinado (como indica la imagen), de modo que su boca no apunte hacia ninguna persona. Si en algún momento el líquido comienza a salir del tubo, retírenlo rápidamente del fuego.

Fuente: imagen generada por inteligencia artificial mediante ChatGPT de OpenAI (2025).

6. Tomá el tubo LT con una pinza de madera y colocalo sobre la llama del mechero hasta que entre en ebullición, retíralo inmediatamente y colocalo en la gradilla.
7. Tomá cuatro tubos de ensayo limpios y secos y etiquetalos con las letras «A», «B», «C» y «D».
8. Con ayuda de la pipeta Pasteur medí 1,5 ml de peróxido de hidrógeno y agregalo al tubo de ensayo etiquetado con la letra A. Repetí este punto para los tubos B, C y D. El tubo A será el tubo control.
9. Prepará el cronómetro. Deberás iniciarlo en el instante en que la levadura hidratada y el peróxido de hidrógeno entren en contacto (paso 10).
10. Tomá el tubo B y agregá el contenido del tubo LH. Utilizá el palito de *brochette* o la varilla de vidrio para revolver la mezcla suavemente. Iniciá el cronómetro.
11. Observá qué sucede y esperá a que termine la reacción. Registrá el tiempo que demoró en ocurrir en la tabla 1.
12. Poné el cronómetro en cero nuevamente.
13. Tomá el tubo C y agregá el contenido del tubo LA. Utilizá el palito de *brochette* o la varilla de vidrio para revolver la mezcla suavemente. Iniciá el cronómetro.
14. Esperá a que termine la reacción y registrá el tiempo que demoró en ocurrir en la tabla 1.
15. Poné el cronómetro en cero nuevamente.
16. Tomá el tubo D y agregá el contenido del tubo LT. Utilizá el palito de *brochette* o la varilla de vidrio para revolver la mezcla suavemente. Iniciá el cronómetro.
17. Esperá a que termine la reacción y registrá el tiempo que demoró en ocurrir en la tabla 1.

Tabla 1. Observación de la descomposición del agua oxigenada y tiempo de reacción

Tubo	¿Se observa la descomposición del agua oxigenada? (Sí/No)	Tiempo de reacción
A		
B		
C		
D		

Actividades

1. El peróxido de hidrógeno se descompone y da lugar a oxígeno gaseoso y agua. Escribí y balanceá su reacción de descomposición.

2. ¿Por qué el tubo de control (A) no burbujeó? ¿Qué función cumple la levadura en la reacción química?

3. En la figura 1 se observa el perfil de energía de la reacción con y sin catalizador. Indicá cuál línea pertenece a la reacción catalizada y cuál pertenece a la reacción sin catalizar.

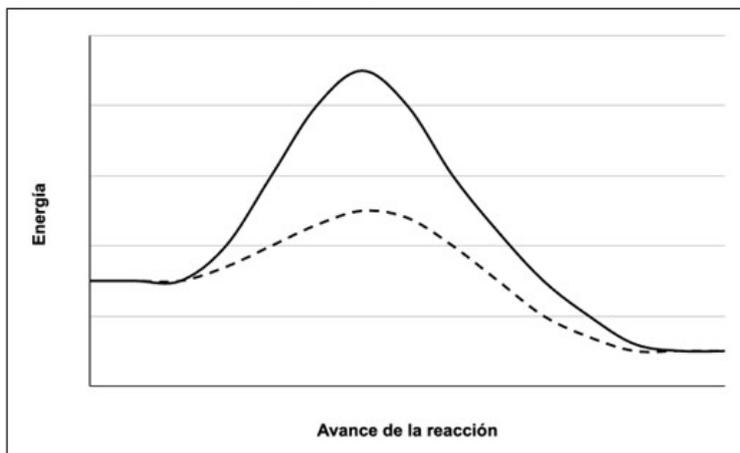


Figura 1. Perfil de energía de una reacción con y sin catalizador. Fuente: elaboración propia.

Línea continua (_____): _____

Línea discontinua (- - - - -): _____

4. Indicá si los siguientes factores aumentan (A), disminuyen (D) o no afectan (NA) la velocidad de una reacción.

Factor	A/D/NA
Concentración de los reactivos	
Presencia de catalizadores	
Disminución de la temperatura	
Agitación de la mezcla reactante	
Aumento del pH	

Experiencia 7. Principio de Arquímedes

La leyenda cuenta que el emperador Hierón II (306-215 a. C.), tirano de Siracusa, recibió una corona de oro puro. Sin embargo, desconfiaba del orfebre que la había fabricado, por lo que le encomendó a Arquímedes comprobar si realmente la corona estaba hecha únicamente con oro.

Como Arquímedes no podía fundirla para determinar si había algún otro componente extra, se dio a la tarea de intentar medir su volumen, ya que conociendo su masa podría saber su densidad. Si esta era igual a la del oro entonces no habría fraude.

La leyenda dice que Arquímedes se dio cuenta, mientras tomaba un baño, de que podía medir el volumen de la corona si la sumergía en agua (la leyenda agrega, además, que gritó «¡Eureka!», que podemos traducir como «¡Lo encontré!», y que corrió sin ropas a trabajar en su descubrimiento). Entonces, ¿qué descubrió el buen Arquímedes?

Con respecto a la flotación de los cuerpos, y en términos modernos, Arquímedes propuso la siguiente expresión:

$$E = \delta \cdot g \cdot V \text{ (ecuación 1)}$$

donde E es el empuje que siente un cuerpo debido a estar sumergido, δ es la densidad del líquido en el que está sumergido, g es la aceleración de la gravedad y V es el volumen del líquido que el objeto desplaza.

Objetivos

- Medir la densidad de un objeto para determinar así su composición.

Materiales

- Tornillo: 1
- Plastilina: 4 barritas
- Probeta de 100 ml: 1
- Vaso de precipitado de 250 ml (o 500 ml): 1
- Balanza: 1
- Agua: cantidad necesaria
- Hilo: cantidad necesaria

Procedimiento

1. Tomá dos barritas de plastilina y amasalas, de manera tal que formen un pequeño cilindro.
2. Con la balanza, previamente tarada (es decir, que indique 0 g en su pantalla), medí la masa del cilindro de plastilina y registrá el valor en la tabla 1.
3. Agregá ahora 50 ml de agua a la probeta.
4. Introducí el cilindro de plastilina en la probeta, medí el volumen de agua y registrá el valor en la tabla 1.

Tabla 1. Datos iniciales y finales obtenidos durante la experiencia

Masa de plastilina (g)	Volumen inicial de agua en la probeta (ml)	Volumen final de agua en la probeta (ml)

5. Ya no será necesario usar más la plastilina, sacala de la probeta y descartá el agua.
6. Con un poco de hilo, atá un extremo del tornillo.
7. Ahora, tomá las dos barritas de plastilina restantes y formá un nuevo pequeño cilindro alrededor del tornillo. Es decir, el tornillo debe quedar completamente oculto por la plastilina. De ahora en adelante esta nueva muestra se denominará «plastilina + tornillo».
8. Tomá la probeta y agregá nuevamente 50 ml de agua. Luego, usando el hilo, introducí la plastilina + tornillo (debe quedar completamente sumergida en el agua sin tocar el fondo). Marcá el nuevo nivel de agua en la tabla 2.
9. Tomá el vaso de precipitado y agregá 150 ml de agua. Colocalo sobre la balanza, que debe haber sido tarada.
10. Tomando la plastilina + tornillo mediante el hilo, sumergila completamente en el vaso de precipitado sin que toque el fondo. Es importante que la plastilina + tornillo quede completamente sumergida. De ser necesario, agregá agua hasta que esto suceda. Registrá la medición de la balanza en la tabla 2.

Tabla 2. Tabla a completar en los pasos 8 y 10 de la experiencia 7.

Volumen inicial de agua en la probeta (ml)	Volumen final de agua en la probeta (ml)	Masa de plastilina + tornillo sumergida en agua en el vaso de precipitado (g)

Actividades

1. A partir de los datos de la tabla 1, determiná la densidad de la plastilina utilizando la siguiente ecuación:

$$\delta = \frac{m}{(V_f - V_i)}$$

donde V_f es el volumen final y V_i el volumen inicial.

Densidad de plastilina (g/ml)

2. A partir de los datos de la tabla 2, determiná el volumen de plastilina + tornillo sumergido.

Volumen de plastilina + tornillo (ml)

3. A partir de los datos de la tabla 2, determiná la densidad de la plastilina + tornillo utilizando la siguiente ecuación:

$$\delta = \frac{m}{(V_f - V_i)}$$

donde V_f es el volumen final y V_i el volumen inicial.

Densidad de plastilina + tornillo (ml)

4. Utilizando la ecuación 1 y corrigiendo las unidades que correspondan, calculá el empuje que ejerce el agua sobre la plastilina + tornillo.

Empuje sobre plastilina + tornillo (ml)

5. A partir de la ecuación 1, y utilizando el valor de empuje obtenido, despejá la densidad y comparala con la obtenida en la actividad 3 de esta experiencia.

--

Bibliografía

- Administración Nacional de Laboratorios e Institutos de Salud Dr. Carlos Malbrán (ANLIS-INER). (2025). Base de datos INER. Argentina.gob.ar. <https://www.argentina.gob.ar/salud/anlis/iner/base-de-datos-iner>.
- Arroyo Gutiérrez, M. (2020, julio 7). *La doble hélice de Rosalind Franklin*. Blog del COBCM. <https://cobcm.net/blogcobcm/2020/07/07/doble-helice-rosalind-franklin/>.
- Batista, R. (2020). *Dissecando a sistemática filogenética hennigiana*. Monografía (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Departamento de Sistemática e Ecologia, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, p. 196.
- BioNinja (s/f). *Cell micrographs*. <https://old-ib.bioninja.com.au/standard-level/topic-1-cell-biology/12-ultrastructure-of-cells/cell-micrographs.html>.
- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2005). *Biología* (7.ª ed.). Médica Panamericana.
- Cátedra de Química General e Inorgánica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Cuyo. (2025). Cuadernillo de Química del ingreso. Mendoza, Argentina.
- Cronodon (s/f). *Bacterial growth and regulation*. https://cronodon.com/BioTech/Bacteria_Growth.html.
- Curtis, H., Barnes, N. S., Schnek, A. & Massarini, A. (2000). *Biología* (7.ª ed.). Médica Panamericana.
- (2016). *Invitación a la Biología* (7.ª ed.). Médica Panamericana.
- De Camba, N. V. (1970). *Biología III: Enfoque ecológico*. Duplicaciones Gráficas.
- Examen Ordinario, Departamento de Física Aplicada. Universidad de Castilla-La Mancha. <https://www.uclm.es/-/media/Files/A04-Gestion-Academica/PDFEstudiantes/PDFEvAU/CriteriosCorreccion2223/ConvocatoriaOrdinaria/CRITERIOS-Fisica-2023.ashx?la=es>.
- Fernández, T. & Tamaro, E. (2004). *Las bacterias. Biografías y Vidas*. <https://www.biografiasyvidas.com/tema/bacterias.htm>.
- González, O. (2017, diciembre 15). *¿Cómo funciona la penicilina?, efectos secundarios y resistencia*. *La Guía de las Vitaminas*. <https://laguiadelasvitaminas.com/como-funciona-la-penicilina/>.
- Greenwood, N. N. & Earnshaw, A. (2012). *Chemistry of the elements* (2.ª ed.). Butterworth-Heinemann.
- Gutierrez Arroyo, M. (2020, julio 7). *La doble hélice de Rosalind Franklin*. *Biografías Científicas*. <https://www.ejemplo.com/rosalind-franklin-doble-helice>.
- Hewitt, P. G. (2007). *Física conceptual* (10.ª ed.). Pearson Educación.
- (2016). *Física conceptual*. Pearson.
- Iberdrola (2025, abril 21). *Historia de las vacunas, ¿cuál fue la primera?* <https://www.iberdrola.com/compromiso-social/historia-de-las-vacunas>.
- Kragh, H. (1999). *Quantum generations: A history of physics in the twentieth century*. Princeton University Press.
- Maiztegui, Sábado. (1974). *Introducción a la Física*. Kapelusz.
- McQuarrie, D. A., Rock, P. A. & Gallogly, E. B. (2011). *General chemistry* (4.ª ed.). University Science Books.
- Murdock, David P. *Physics Study Guides* (1989 - 2013). <https://www2.tntech.edu/leap/murdock/>.

- National Nuclear Data Center (2025). NuDat 3.0 database. Brookhaven National Laboratory. <https://www.nndc.bnl.gov/nudat3/>.
- Navas, J. (s/f). *Práctica 5: Modelo Lotka-Volterra*. Universidad de Jaén. https://matema.ujaen.es/jnavas/web_modelos/labiologia/practica5.pdf.
- OpenAI (2025). ChatGPT (versión del 14 de mayo de 2025) [Modelo de lenguaje de gran tamaño]. <https://chat.openai.com/chat>.
- Pierce, B. A. (2009). *Genética: Un enfoque conceptual* (3.ª ed.). Médica Panamericana.
- Quezada, A. (2020). Los orígenes de la vacuna. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 31(3), 367-373. <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-clinica-las-condes-202-articulo-los-origenes-vacu-na-S0716864020300535>.
- Resnick, R., Halliday, D. & Krane, K. S. (2004). *Física* (Vols. 1 y 2; 4.ª ed.). CECSA.
- Sadurní, J. M. (2022, mayo 25). Carlos Linneo, el botánico que ordenó la naturaleza. *National Geographic Historia*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/carlos-linneo-botanico-que-ordeno-naturaleza_18012.
- (2025, marzo 11). Alexander Fleming, el descubridor de la penicilina. *National Geographic Historia*. https://historia.nationalgeographic.com.es/a/alexander-fleming-padre-penicilina_14562.
- Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D. & Freedman, R. A. (2010). *Física universitaria* (Vols. 1 y 2; 12.ª ed.). Pearson Education.
- Serway, R. A. & Jewett, J. W. (2003). *Física* (Vols. 1 y 2; 3.ª ed.). Thomson.
- Whitten, K. W., Davis, R. E., Peck, M. L. & Stanley, G. G. (2015). *Química* (10.ª ed.). Cengage Learning.

OLIMPIADA ARGENTINA DE CIENCIA JUNIOR 2025 : NIVEL 2 / BRENDA GABRIELA PONCE ... [ET AL.]. - 1A ED.
- MENDOZA : UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUYO. SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN, INTERNACIONALES Y
POSGRADO, 2025.
LIBRO DIGITAL, PDF

ARCHIVO DIGITAL: DESCARGA Y ONLINE
ISBN 978-987-575-268-9

1. CIENCIAS NATURALES. 2. FÍSICA. 3. QUÍMICA. I. PONCE, BRENDA GABRIELA CDD 507.1

ESTE CUADERNILLO FUE PLANIFICADO,
ELABORADO Y EDITADO DURANTE
LOS MESES DE MARZO Y AGOSTO
DE 2025 POR UN EQUIPO
INTERDISCIPLINARIO
DE LA UNCUYO.

§