

### Objetivos DEMRE:

- Observar y plantear preguntas.
- Planificar y conducir una investigación.
- Procesar y analizar evidencia

### INTRODUCCIÓN

La ciencia corresponde a una rama del saber humano, que está constituida por un conjunto de conocimientos organizados, jerarquizados y comprobables, que se utiliza para comprender y explicar fenómenos naturales y sociales del mundo.

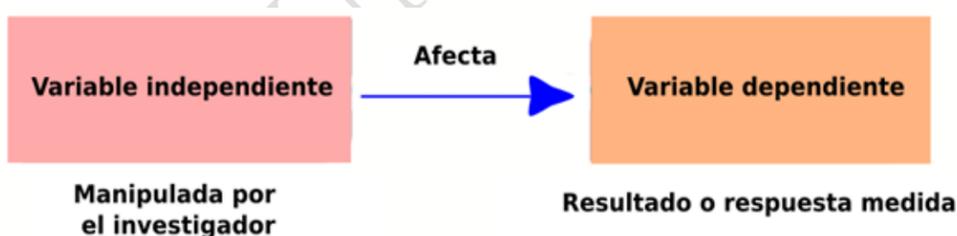
La ciencia abarca una amplia variedad de campos, como la biología, la física, la química, la psicología y la astronomía, entre muchos otros.

En la ciencia un paso fundamental corresponde a la delimitación del problema, que corresponde a una descripción breve y concisa de aquello que se quiere resolver mediante la investigación científica. De esta manera, la ciencia busca respuestas a preguntas surgidas a partir de observaciones y se vale de explicaciones provisorias llamadas hipótesis, las cuales deben ser comprobadas. Una forma de comprobar hipótesis ampliamente utilizada en las ciencias experimentales es la realización de experimentos controlados.

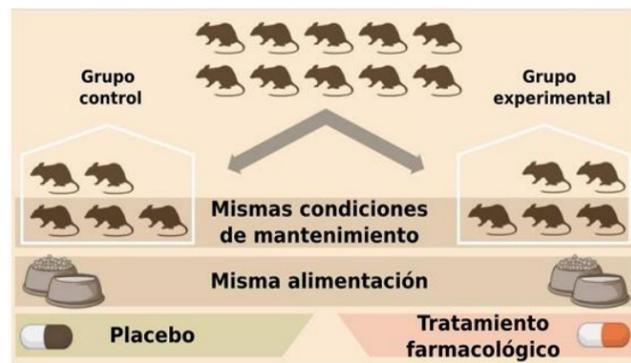
### EXPERIMENTOS CONTROLADOS

Un experimento controlado corresponde a una prueba científica que ha sido realizada bajo condiciones controladas, esto quiere decir que solo uno de los factores cambia en un momento dado, mientras que el resto permanece constante. Esto les permite a los científicos estudiar una única variable a la vez.

La variable que es modificada (la que se prueba) corresponde a la **variable independiente** y se ajusta para ver si tiene algún efecto sobre el sistema que se está estudiando, esta respuesta debe ser medida y recibe el nombre de **variable dependiente**. Aquellos factores que no son modificados, y, por ende, permanecen constantes, reciben el nombre de **variables controladas**.



Para llevar a cabo un experimento controlado, se forman al menos dos grupos de estudio: uno denominado **grupo control** que corresponde a aquel que no ha sido expuesto a la condición experimental y otro denominado **grupo experimental**, que corresponde a aquel que recibe el tratamiento o intervención a investigar. Los resultados, que corresponden a los **datos** obtenidos del experimento, se comparan entre los dos grupos para determinar si el tratamiento o intervención produce un cambio sobre la variable dependiente.



Los experimentos controlados corresponden a una herramienta esencial en la investigación científica, ya que permiten establecer una relación **causa-efecto** entre dos variables, y en lo posible, eliminar la influencia de factores externos no deseados. Sin embargo, en muchas ocasiones, no es posible comprobar una hipótesis mediante experimentos controlados. Esto se debe a limitaciones instrumentales, prácticas e incluso éticas. En esos casos los científicos pueden someter a prueba las hipótesis haciendo predicciones o utilizando modelos que se puedan ajustar a la naturaleza.

### **EJEMPLO DE EXPERIMENTO CONTROLADO**

Camila, en una demostración experimental, se asombra al ver cómo una solución desconocida reacciona con una cinta de metal cinc, con la consecuente liberación de burbujas, como se muestra en la siguiente figura:

Camila quiere determinar, al menos cualitativamente, cuáles son los factores que influyen en la liberación de las burbujas así que realiza una búsqueda en internet y encuentra que podrí a tratarse de una reacción entre el metal y un ácido, y que la concentración del ácido podrí a ser relevante en la aparición de las burbujas. Una vez ha terminado de leer, plantea la siguiente hipótesis:

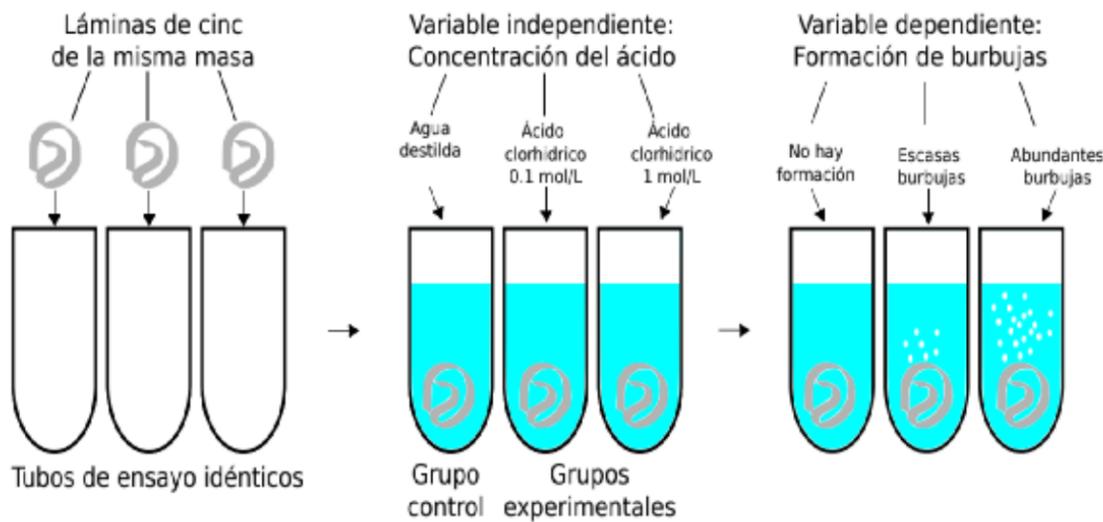


**“Las disoluciones ácidas al reaccionar con la lámina de cinc producen la liberación de las burbujas.”**

Para comprobar su hipótesis, realizo un experimento controlado en el que coloco tres tubos de ensayo idénticos. En cada uno de ellos puso una cinta de cinc de igual masa y mantuvo la temperatura constante. Posteriormente agrego el mismo volumen de tres soluciones diferentes:

**Solución 1: Agua destilada Solución 2: Ácido clorhídrico 0,1 mol/L Solución 3: Ácido clorhídrico 1 mol/L**

Después de unos minutos, no se observaron burbujas en el tubo que contenía la solución 1, se observan escasas burbujas en el tubo que contiene la solución 2 y, finalmente, abundantes burbujas en el tubo que contiene la solución 3.



En este caso, el factor que es diferente entre los grupos experimentales y el grupo control, corresponde a la concentración del ácido. Por lo tanto, es una variable **independiente**. En contraste, las burbujas liberadas corresponden a la respuesta que es medida y por ende es la variable **dependiente**, ya que la liberación de las burbujas depende de la concentración del ácido.

Para establecer relaciones causa-efecto se deben analizar cuidadosamente los datos experimentales. Los datos experimentales son las observaciones que se realizan durante el experimento. Para este caso, corresponden a la liberación de burbujas en cada disolución.

**Un experimento controlado como regla general debe tener un grupo control, pero los grupos experimentales pueden ser varios con tratamientos ligeramente diferentes cada uno.**

**EJEMPLO PAES 2023**

El acero es un material que puede clasificarse como una solución química, formada principalmente por hierro y carbono. En la zona costera de Chile, se identifica que el acero sufre alteraciones debido a procesos corrosivos provocados por otras soluciones. Una de ellas, el agua de mar. Un estudiante decide investigar el efecto del uso de dos pinturas anticorrosivas R y Q, evaluando su efecto, según criterios de clasificación sobre clavos de acero expuestos a ciertas condiciones de la zona costera. En relación con lo anterior, ¿cuál de las siguientes opciones representa un procedimiento adecuado para que el estudiante realice su investigación?

- A) Utilizar tres clavos de 5 cm, pintar uno con la pintura R, otro con la pintura Q y el tercero dejarlo como control. Introducir los clavos en tres recipientes de vidrio, agregar agua de mar y describir su aspecto luego de 15, 30 y 45 días de exposición.
- B) Utilizar tres clavos de 5 cm, pintar uno con la pintura R, otro con la pintura Q y el tercero dejarlo como control. Introducir los clavos en tres recipientes de vidrio, agregar agua de mar a los clavos pintados y agua destilada al clavo usado como control, describir su aspecto luego de 15, 30 y 45 días de exposición.
- C) Utilizar tres clavos de 5 cm, pintar uno con la pintura R, otro con la pintura Q y el tercero pintarlo con las dos pinturas. Introducir los clavos en tres recipientes de vidrio, agregar agua de mar y describir su aspecto luego de 15, 30 y 45 días de exposición.
- D) Utilizar tres clavos de 5 cm, pintar uno con la pintura R, otro con la pintura Q y el tercero dejarlo como control. Introducir los clavos en tres recipientes de vidrio, agregar agua destilada y describir su aspecto luego de 15, 30 y 45 días de exposición.

Para contestar esta pregunta, en primer lugar, es necesario identificar la hipótesis que el estudiante utiliza para conducir su investigación. Una hipótesis válida que se desprende del texto sería: “Las pinturas anticorrosivas evitan la corrosión causada por el agua de mar sobre el acero”. Por lo tanto, la alternativa correcta debe estudiar el efecto de las pinturas en la prevención de la corrosión que el agua de mar provoca en el acero.

La alternativa **A** es la única que permite generar una relación causa-efecto entre el tratamiento (la pintura anticorrosiva) y la corrosión sobre el acero en agua de mar. Este experimento establece variables controladas entre los tres grupos de estudios, tales como el tamaño de los clavos, la presencia de agua de mar, el material del recipiente y el tiempo al cual se realizan las mediciones. Por otra parte, aquel factor que es diferente entre el grupo control y los experimentales corresponde a la presencia de pintura (**variable independiente**). Finalmente, el aspecto luego de 15, 30 y 45 corresponde a la **variable dependiente** (la respuesta medida). Siendo por lo tanto la respuesta correcta.

La alternativa **B** propone un experimento parecido al anterior, pero el grupo control en vez de agua de mar, es sumergido en agua destilada. Esto es un error debido a que introduce otra variable independiente al experimento que impide comparar con los grupos experimentales.

La alternativa **C** es incorrecta ya que al pintar un clavo con las dos pinturas en simultáneo se pierde el grupo control y la capacidad de comparar efectivamente entre los grupos.

La alternativa **D** no es correcta ya que en el experimento descrito es imposible determinar si la pintura previene la corrosión causada por el agua de mar porque esta es excluida en el diseño experimental.

## FORMAS DE REPRESENTAR LOS DATOS DE UN EXPERIMENTO

Los datos obtenidos a partir de un experimento pueden ser representados de diferentes maneras, esto con el fin de facilitar el análisis y establecer relaciones causa-efecto. Las más utilizadas corresponden a tablas y gráficos.

Existen varias formas de representar datos experimentales, entre ellas:

### Tablas

Son una forma sencilla de presentar los datos de un experimento en forma de filas y columnas. Las filas representan las unidades de medición (por ejemplo, sujetos o tratamientos) y las columnas representan las variables que se están midiendo.

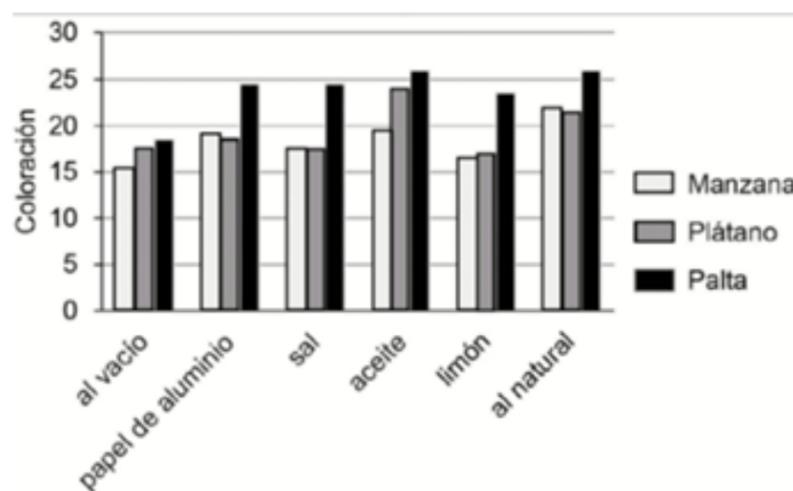
Ejemplo de tabla:

Compuesto	Temperatura de ebullición a 1 atm (°C)
1	64
2	82
3	56
4	78

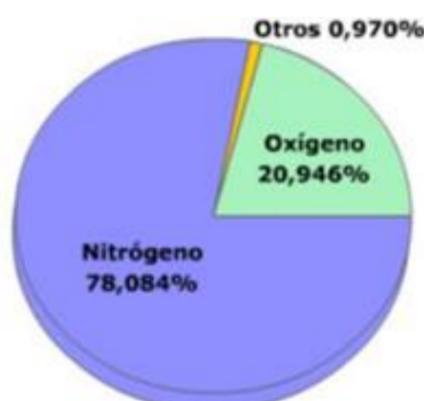
### Gráficos

Son una forma visual de representar los datos, lo que puede hacer más fácil entender y comparar los resultados. Los gráficos más comunes son:

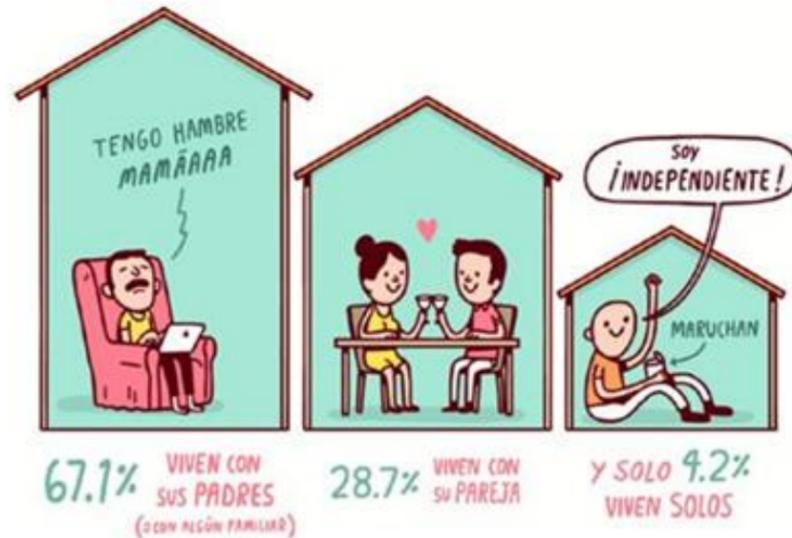
*Gráfico de barras:* muestran los datos en forma de barras verticales de diferentes alturas.



*Gráfico circular o de pastel:* muestra los datos en forma de porcentajes en un círculo dividido en secciones.



**Diagramas:** son gráficos que muestran relaciones o procesos de forma esquemática. Algunos ejemplos de diagramas comunes son:



**Diagrama de flujo:** muestra un proceso o sistema en forma de bloques conectados por flechas que indican el flujo de información o material.

**Mapas conceptuales:** son gráficos que muestran relaciones entre conceptos y subconceptos de forma jerárquica, utilizando palabra y líneas para conectar los elementos.

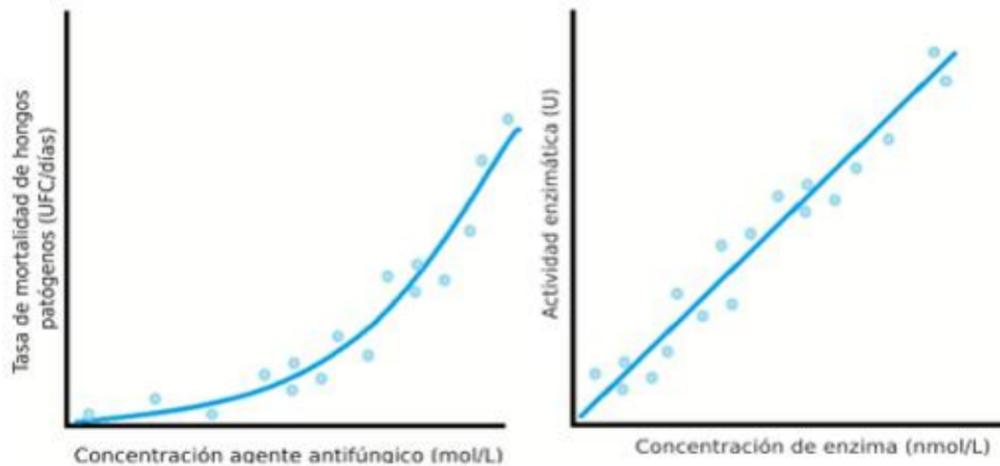
**Gráfico de dispersión:** divide los datos en dos ejes cartesianos perpendiculares entre sí. Es particularmente útil para representar datos que incluyen el tiempo y otras variables cuantitativas. Es uno de los gráficos más utilizados, porque permite observar relaciones entre variables, por lo que será analizado más en profundidad en la siguiente sección.

### **Análisis de gráficos de dispersión**

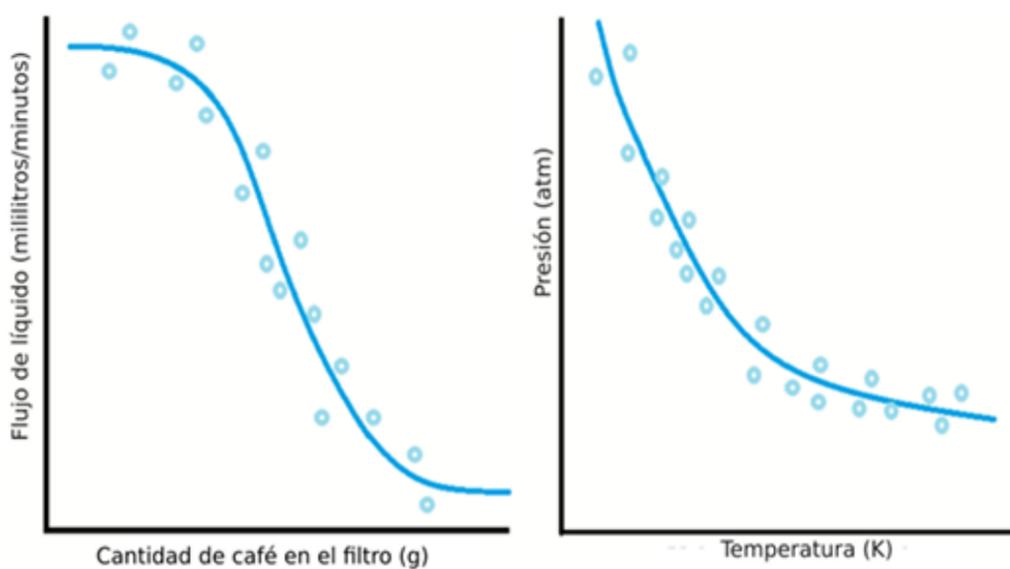
Un gráfico de dispersión es una buena forma de ordenar los datos de una experimentación y observar la relación que existe entre **variables**. Este gráfico utiliza un sistema de coordenadas o ejes que representan el valor de las variables, el más utilizado es el tipo **lineal** con dos coordenadas. En estos gráficos, la variable independiente está representada por el eje horizontal X o abscisa, y la variable dependiente está representada por el eje vertical Y u ordenada. El eje X e Y se cortan en un punto de origen.

### **Tipos de relación entre las variables**

**Relación Directa:** Es aquella relación en la que el cambio de la variable independiente causa un cambio similar en la dependiente. Por lo tanto, si el valor de X aumenta, también lo hace el de Y. Un tipo de relación directa particular es la directamente proporcional, en la cual se obtiene una constante al dividir cualquier valor de X por su correspondiente en Y. De esta forma se cumple que  **$X : Y = \text{constante}$** , y el gráfico es una línea recta.



**Relación Inversa:** En una relación inversa, el cambio de la variable independiente causa un cambio opuesto de la variable dependiente. Entonces, si sube el valor de X, disminuye el valor de Y. En este caso, también existe una relación inversamente proporcional, en la que se obtiene un valor constante al multiplicar un valor particular de X por el valor correspondiente en Y. De esta forma se cumple que  **$X \cdot Y = \text{constante}$** .



## INTERPOLACIÓN Y EXTRAPOLACIÓN

La utilidad de un gráfico, además de hacer más fácil ver las relaciones entre las variables, es permitir hacer predicciones. A partir de un gráfico construido con datos certeros y válidos, se puede encontrar valores de la variable dependiente para valores de la variable independiente que no estén previamente medidos. Dichas predicciones pueden ser producto de una interpolación o una extrapolación, según “que sector” del gráfico se esté utilizando.

Interpolación se refiere a la predicción de valores que caen dentro de la línea construida con los datos de la investigación, pero para un valor no experimentado. La extrapolación, en cambio, implica la extensión de la línea ideal más allá de los datos experimentales. Es un procedimiento riesgoso, dado que el investigador debe tener una buena razón para creer que la relación mantendrá la tendencia mostrada más allá de los valores experimentados. Solo entonces la predicción podrá ser válida.

## PREGUNTAS

1. El luminol es un compuesto orgánico, que cuando es oxidado, emite luz sin la emisión de calor. A este fenómeno se le conoce como quimioluminiscencia. Un profesor de química quiere mostrar este fenómeno a sus estudiantes y para ello utiliza una solución de hipoclorito de sodio, que corresponde a un agente de limpieza que se utiliza en forma doméstica. Este compuesto tiene la capacidad de oxidar al luminol y por consiguiente producir la reacción de emisión de energía luminosa. Accidentalmente el profesor agrega un exceso de agua en la solución de hipoclorito de sodio y al realizar el experimento la emisión de luz es baja. Respecto al experimento, ¿cuál es la variable dependiente?
  - A) La concentración de hipoclorito de sodio.
  - B) El agua en exceso agregado a la solución de hipoclorito de sodio.
  - C) El cambio de temperatura.
  - D) La emisión de luz.
2. En un experimento se utilizaron dos grupos de 20 ratas cada uno. A uno de los grupos se le administro una dieta rica en vegetales cultivados en una zona contaminada con plomo (metal pesado). Al otro grupo se le administro una dieta con vegetales cultivados en una zona donde los niveles de plomo son bajos. Después del mismo periodo de tiempo, la población del primer grupo disminuyó en diez individuos y la del segundo en un individuo. Al respecto, ¿cuáles de las siguientes alternativas corresponden a la variable dependiente e independiente, respectivamente?
  - A) El tipo de dieta administrada a las ratas. La tasa de mortalidad de las ratas.
  - B) El tiempo de administración de la dieta. La concentración de plomo en el suelo.
  - C) La concentración de plomo en el suelo. La tasa de mortalidad de las ratas.
  - D) La tasa de mortalidad de las ratas. El tipo de dieta administrada a las ratas.

3. Un grupo de estudiantes preparó tres soluciones acuosas con igual masa de leches en polvo, pero con diferentes concentraciones de materia grasa, en el mismo volumen de agua. Luego, determinaron, bajo las mismas condiciones de trabajo, la densidad de las soluciones por medio de un densímetro. Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tipo de leche	Densidad
Descremada	1,036 g/mL
Semidescremada	1,032 g/mL
Entera	1,028 g/mL

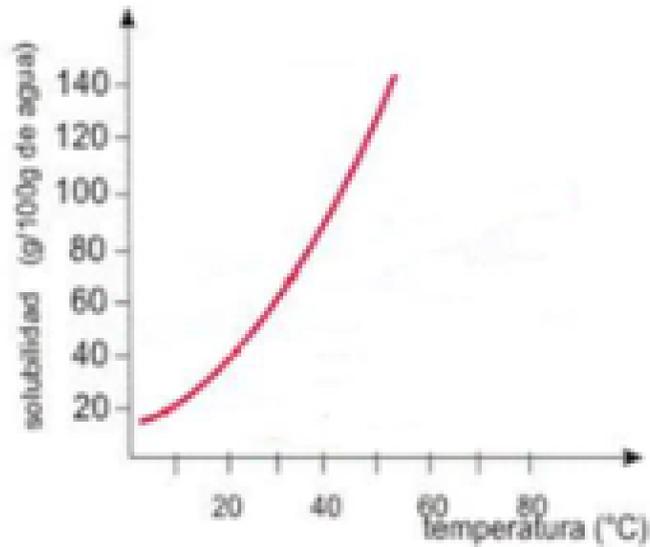
A partir de los resultados obtenidos, ¿cuál de las siguientes opciones muestra la pregunta de investigación que dio origen al procedimiento descrito?

- A) ¿Cómo influye la masa de leche en polvo en la densidad de las soluciones formadas?
  - B) ¿Cómo influye el uso del densímetro en la determinación de las densidades de soluciones lácticas?
  - C) ¿Cómo influye el origen de la leche en su densidad?
  - D) ¿Cómo influye el contenido de grasa en la densidad de la leche?
  - E) ¿Cómo influye el solvente en la densidad de la solución?
4. Los hidrogeles son materiales poliméricos que pueden retener una gran cantidad de líquido en su interior. Poseen una amplia variedad de usos, tales como, servir de productos de cuidado personal, productos médicos y de limpieza. Un grupo de estudiantes quiere determinar la rapidez con la cual un hidrogel puede absorber agua. Al respecto, ¿cuál de los siguientes procedimientos experimentales permitiría responder la pregunta de investigación?
- A) Colocar una masa de 20 g de hidrogel al interior de una botella, agregar 100 mL de agua y medir el tiempo que transcurre hasta que no se observe agua en la botella.
  - B) Colocar el hidrogel al interior de una botella, agregar 100 mL de agua y medir la masa del hidrogel.
  - C) Colocar el hidrogel al interior de una botella, agregar 100 mL de agua, agitar y medir el tiempo hasta que el hidrogel se hinche.
  - D) Colocar 100 gramos de hidrogel en la botella, agregar agua y medir el cambio de temperatura hasta que no se observa agua en la botella.

5. El esmalte dental es una capa dura y transparente que recubre la superficie externa de los dientes. Está formado por cristales de hidroxiapatita (un tipo de fosfato de calcio) y es el tejido más resistente del cuerpo humano. Su función principal es proteger los dientes de la acción de las bacterias y otros agentes que pueden causar caries. Sin embargo, con el tiempo el esmalte puede debilitarse o dañarse debido a factores como el consumo excesivo de alimentos y bebidas ácidas, el uso excesivo de cepillos de dientes con cerdas duras o la falta de higiene oral adecuada. Una investigadora ha desarrollado un nuevo material y plantea que sería capaz de aumentar la resistencia del esmalte frente a ataques ácidos. Para comprobar su hipótesis, utiliza dos grupos experimentales, ambos formados por 10 terceros molares (“muelas del juicio”) sanos extraídos por indicación de ortodoncia. En un grupo, las muelas fueron previamente recubiertas con el material antes de ser colocadas en una solución de ácido fosfórico 0,1 mol/L. Mientras que en el otro grupo las muelas fueron introducidas directamente en la solución de ácido fosfórico 0,1 mol/L sin tratamiento previo. Al respecto, ¿cuál de los siguientes enunciados corresponde a un resultado del experimento que avala la hipótesis planteada?
- A) Las muelas con tratamiento previo presentan más lesiones que aquellas que no han sido recubiertas del material.
  - B) Las muelas con tratamiento previo presentan menos lesiones que aquellas que no han sido recubiertas por el material.
  - C) Las muelas con el tratamiento previo presentan la misma cantidad de lesiones que aquellas no fueron sometidas al tratamiento.
  - D) No es posible comprobar la hipótesis con el procedimiento planteado ya que no hay un buen grupo control.
6. En un experimento, se coloca un trozo de manzana al aire libre y se observa la aparición de un color pardo en la superficie de la fruta producto de la oxidación de los azúcares y otros compuestos orgánicos. Luego, se coloca otro trozo de manzana de iguales características, sin embargo, esta vez recubierta con un film de plástico. Al cabo de un tiempo, no se observan mayores cambios de color en la manzana salvo en los lugares que no quedaron recubiertos por el plástico. Al respecto, ¿cuál sería una conclusión coherente con los resultados obtenidos?
- A) Al aumentar la temperatura la manzana toma una coloración parda más rápido.
  - B) Todas las frutas al cabo de un tiempo toman una coloración parda.
  - C) El recubrimiento plástico no incide en el surgimiento de la coloración parda.
  - D) El film plástico protege a la manzana de la reacción de oxidación.

7. Un grupo de estudiantes, indagando una línea de investigación sobre las carencias de vitamina B12 en personas con dieta vegana, plantea lo siguiente. **¿Cuál será el alimento que contiene más vitamina B12?** Al respecto, ¿Cuál de las siguientes opciones presenta la propuesta que les permitiría responder la pregunta planteada?
- A) De dos grupos de personas con dieta vegana administrar a solo un grupo una única dosis de vitamina B12.
  - B) De dos grupos de pacientes con dieta vegana administrar a solo un grupo dosis crecientes de vitaminas B12.
  - C) Extraer y determinar a diversos tipos de alimentos la presencia de vitamina B12.
  - D) Extraer y determinar en alimentos las cantidades de vitamina B12 presente en ellos.
8. Un estudiante desea determinar si el volumen de un objeto aumenta mientras mayor es la temperatura a la que es sometido. Para ello, dispone de un horno en el cual introduce un objeto de volumen variable. Manteniendo la temperatura constante, mide el volumen. Si el estudiante repite el procedimiento con distintos objetos, ¿es posible verificar la relación esperada?
- A) Si, ya que es posible hacer una conclusión a partir del experimento dado.
  - B) No, ya que el marco conceptual es impreciso respecto al diseño experimental.
  - C) No, ya que el diseño experimental no es coherente con el objetivo de la investigación.
  - D) Si, ya que el objetivo de la investigación es coherente con el marco conceptual.
9. Dos hermanos, acalorados por las altas temperaturas del verano, buscan determinar la temperatura a la que están expuestas las personas en su casa. Para ello, planean utilizar termómetros ambientales en distintos lugares de la casa, en el patio, primer y segundo piso. Finalmente, y en base a los resultados escoger el lugar más fresco para pasar la tarde. En relación con lo anterior, ¿cuál de las siguientes opciones se ajusta a una hipótesis adecuada al diseño experimental propuesto por los hermanos?
- A) La temperatura ambiental varía según el lugar donde sea medida.
  - B) Las altas temperaturas provocan daños en la salud de las personas.
  - C) La intensidad de la temperatura es máxima en la mañana.
  - D) La temperatura ambiental varía según el termómetro utilizado.

10. En el gráfico se observa que un soluto sólido presenta diferente solubilidad al variar la temperatura a la cual se encuentra.



Al respecto, es correcto afirmar que:

- A) Se observa una relación directa y la temperatura es la variable dependiente.
- B) Se observa una relación inversa y la temperatura en la variable independiente.
- C) Se observa una relación inversa y la solubilidad es la variable dependiente.
- D) Se observa una relación directa y la temperatura es la variable independiente.