

GUÍA DE
ORIENTACIÓN

Módulo de Pensamiento científico

Química

Saber Pro 2015-2

Contenido

1. ¿Cuál es el marco legal del módulo?
2. ¿Cuáles son los propósitos de SABER PRO?
3. ¿Qué es el módulo de Pensamiento científico?
4. ¿Cómo se evalúan las cinco habilidades contenidas en el módulo de Pensamiento científico?
5. ¿Qué no se evalúa en el módulo de Pensamiento científico?
6. Estructura del módulo.
7. Desarrollo de una prueba del módulo de Pensamiento científico.
8. Resultados.
9. Logística del examen.
10. Aportes del examen.
11. Ejemplos de preguntas – Módulo de Pensamiento científico.

1. ¿Cuál es el marco legal del módulo?¹

- El Decreto 1781 de 2003 reglamentó y definió por primera vez el Examen de Estado de Calidad de la Educación Superior – ECAES (actualmente SABER PRO) como “pruebas académicas de carácter oficial y obligatorio que forman parte, con otros procesos y acciones, de un conjunto de instrumentos que el Gobierno nacional dispone para evaluar la calidad del servicio público educativo”.
- Con la expedición de la Ley 1324 de 2009 se estableció un marco normativo que fijó los parámetros y criterios que rigen la organización y funcionamiento del sistema de evaluación de calidad de la educación. De acuerdo con ello, los exámenes de Estado son parte de los instrumentos con que cuenta el Ministerio de Educación Nacional (MEN) para ejercer su función de inspección y vigilancia y para proporcionar información para el mejoramiento de la calidad de la educación.
- Con el MEN se definieron los lineamientos para el diseño de los nuevos exámenes, de acuerdo con la política de formación por competencias, tanto en nivel universitario como tecnológico y técnico profesional. Estos módulos se han desarrollado con la participación permanente de las comunidades académicas, redes y asociaciones de facultades y programas.
- Pensamiento científico es uno de los módulos de competencias específicas del Examen de Estado SABER PRO.

¹ La normatividad del Examen de estado SABER PRO se encuentra publicada en la página del ICFES: <http://www.icfes.gov.co/examenes/saber-pro/informacion-general/normatividad>

- Desde agosto de 2014, el módulo de Pensamiento científico fue aceptado como definitivo por parte del ICFES y los resultados de las pruebas se han hecho públicos a partir de marzo de 2015.

2. ¿Cuáles son los propósitos de SABER PRO?²

El Examen de Estado SABER PRO, del que el módulo de Pensamiento científico hace parte, se ha diseñado con tres objetivos principales según lo establece el Decreto 3963 de octubre de 2009.

1. Comprobar el desarrollo de competencias de los estudiantes próximos a culminar los programas académicos de pregrado que ofrecen las instituciones de educación superior.
2. Producir indicadores de valor agregado de la educación superior en relación con el nivel de competencias de quienes ingresan a ella, proporcionar información para la comparación entre programas, instituciones y metodologías, y para mostrar cambios en el tiempo.
3. Servir de fuente de información para la construcción de indicadores de evaluación de la calidad de los programas e instituciones de educación superior así como del servicio público educativo. Se espera que estos indicadores fomenten la cualificación de los procesos institucionales, la formulación de políticas y soporten el proceso de toma de decisiones en todos los órdenes y componentes del sistema educativo.

² Los objetivos del Examen de Estado SABER PRO se encuentra publicados en la página del ICFES: <http://www.icfes.gov.co/examenes/saber-pro/informacion-general/objetivos>.

3. ¿Qué es el módulo de Pensamiento científico?

En los programas académicos de diferentes disciplinas y profesiones -como las carreras universitarias de ciencias, matemática, estadística, ingeniería, ciencias de la salud- el estudiante adquiere conocimientos y desarrolla capacidades para afrontar nuevas situaciones y problemáticas, cuyo tratamiento y solución requiere un método especial de pensar: el pensamiento científico³.

En consecuencia, este módulo pretende evaluar la capacidad que tienen los estudiantes de comprender, analizar y afrontar situaciones reales o abstractas con rigor científico y el módulo establece al pensamiento científico como un rasgo transversal a las carreras de ingeniería, ciencias de la salud, ciencias naturales, matemáticas y estadística.

Las preguntas del módulo de Pensamiento científico, establece situaciones cuyo análisis y solución pretende evaluar en los estudiantes la habilidad para:

- I. Plantear preguntas y proponer explicaciones o conjeturas que puedan ser abordadas con rigor científico.
- II. Establecer estrategias adecuadas para abordar y resolver problemas.
- III. Adquirir e interpretar información para abordar y entender una situación problema.
- IV. Analizar críticamente los resultados y derivar conclusiones.

³ A propósito, todos los seres humanos piensan, pero solo algunos han desarrollado el pensamiento científico. Se espera que los estudiantes de las carreras de ciencias, matemática, estadística, ingeniería, ciencias de la salud, se hayan apropiado de este tipo de pensamiento durante su formación en la universidad.

V. Comprender, comparar, utilizar o proponer modelos que permiten describir, explicar y predecir fenómenos o sistemas.

4. ¿Cómo se evalúan las cinco habilidades contenidas en el módulo de Pensamiento científico?

Cada pregunta de la prueba se diseña para evaluar una de las anteriores cinco habilidades, a través de desempeños específicos relacionados con cada habilidad.

- I. Un estudiante que tiene la habilidad de *plantear preguntas y proponer explicaciones o conjeturas que puedan ser abordadas con rigor científico* debe ser capaz de:
 - Plantear preguntas adecuadas para estudiar eventos o fenómenos con rigor científico.
 - Proponer explicaciones o conjeturas de eventos o fenómenos que son consistentes con modelos y/o teorías científicas.
- II. Un estudiante que tiene la habilidad de *establecer estrategias adecuadas para abordar y resolver problemas* debe ser capaz de:
 - Proponer objetivos acordes con las hipótesis o conjeturas formuladas.
 - Seleccionar estrategias apropiadas para resolver un problema de investigación.
 - Reconocer variables y parámetros, establecer sus restricciones y utilizar información pertinente para desarrollar una estrategia de investigación.

III. Un estudiante que tiene la habilidad de *adquirir e interpretar información para abordar y entender una situación problema* debe ser capaz de:

- Encontrar, evaluar y utilizar información pertinente para un estudio científico.
- Representar información en gráficas, diagramas o tablas.
- Interpretar información representada en gráficas, diagramas o tablas.
- Reconocer y/o estimar la incertidumbre en un sistema, fenómeno o proceso.
- Integrar herramientas conceptuales, matemáticas y estadísticas para interpretar información derivada de un estudio de carácter científico.

IV. Un estudiante que tiene la habilidad de *analizar críticamente los resultados y derivar conclusiones* debe ser capaz de:

- Derivar conclusiones consistentes con información que la respalde.
- Evaluar la metodología o hipótesis inicial, las conjeturas o las posibles explicaciones a partir del análisis de los resultados.

V. Un estudiante que tiene la habilidad de *comprender, comparar, utilizar o proponer modelos que permiten describir, explicar y predecir fenómenos o sistemas* debe ser capaz de:

- Comprender qué es un modelo y cuál es su relación con un sistema o fenómeno dado.
- Determinar las ventajas y limitaciones de usar un determinado modelo.
- Proponer o utilizar modelos para obtener información, hacer inferencias o predicciones.

5. ¿Qué no se evalúa en el módulo de Pensamiento Científico?

El módulo de Pensamiento científico se enfoca en evaluar habilidades fundamentales, que no son susceptibles de variar en el tiempo en la formación de los distintos programas o disciplinas que aplican este módulo. Por consiguiente, no evalúa conocimientos y conceptos propios de cada disciplina (ejemplos: botánica, termodinámica, química orgánica, mineralogía, entre otros). En este sentido, la prueba difiere de los antiguos ECAES.”

La evaluación de contenidos altamente específicos a cada una de las disciplinas debe desarrollarse en las instituciones de educación superior.

Adicionalmente, las habilidades de los estudiantes no se evalúan empleando preguntas abiertas, todas las preguntas del módulo son de selección múltiple con única respuesta.

6. Estructura del módulo

La siguiente figura muestra la posible elección para cada programa universitario:

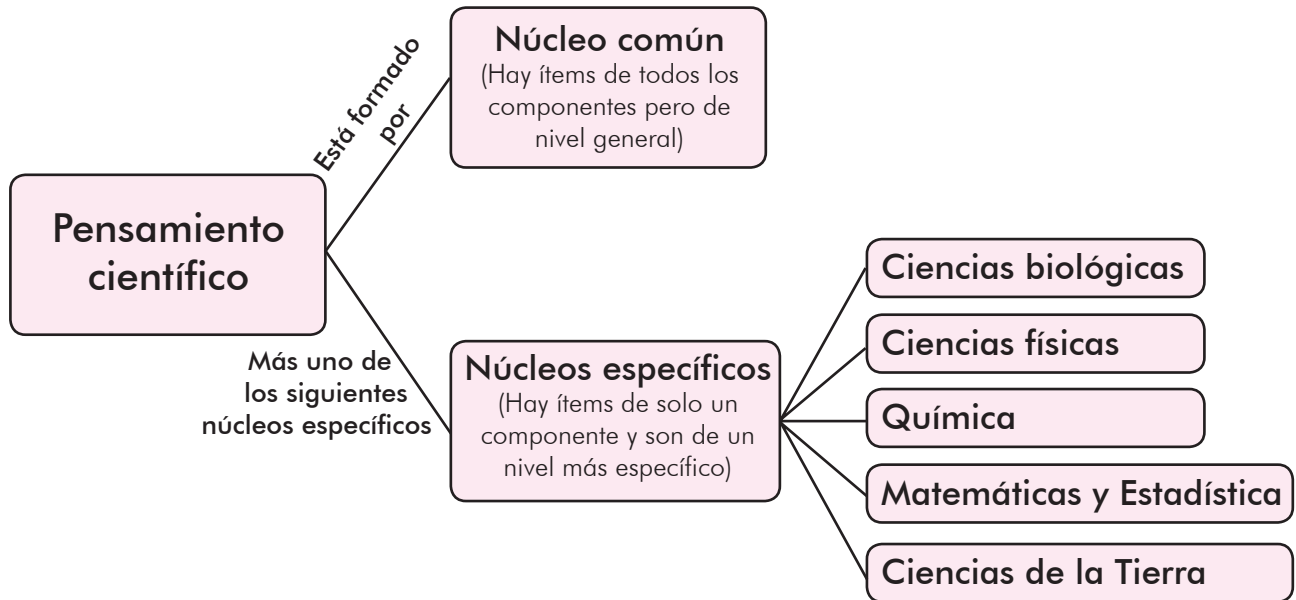


Figura 1. Estructura de la prueba del módulo de Pensamiento Científico.

- **Número de preguntas:** el módulo consiste en 40 preguntas de selección múltiple con única respuesta. Veinticinco (25) de estas preguntas son de NÚCLEO COMÚN y están enfocadas a revisar habilidades generales de un estudiante de cualquier carrera donde se incluya una formación científica y las quince (15) restantes son de NÚCLEO ESPECÍFICO.
- **Componentes:** las preguntas del módulo de Pensamiento científico tienen los siguientes cinco componentes temáticos: Ciencias biológicas, Ciencias físicas, Química, Matemáticas y Estadística y Ciencias de la Tierra.
- **Estructura:** la forma en la que se diseña la prueba garantiza que se incluyan preguntas para evaluar las cinco habilidades mencionadas en el numeral 2. En el núcleo común, con el fin de balancear la estructura de la prueba se incluye igual número de preguntas para cada uno de los componentes temáticos (5 preguntas de Ciencias biológicas, 5 de Ciencias físicas, 5 de Química, 5 de Matemáticas y Estadística y 5 de Ciencias de la Tierra). En el núcleo específico se evalúan las mismas habilidades pero únicamente en un área específica que elija la Universidad, de acuerdo con el área al que sea más cercana el programa de su carrera.

7. Desarrollo de una prueba del módulo de Pensamiento científico

Cada aplicación de la prueba la desarrolla un grupo de expertos conformado por profesionales del ICFES, profesionales de cada uno de los componentes temáticos y docentes universitarios de distintas instituciones de Colombia.

Las preguntas son propuestas por docentes. Luego, todas ellas son revisadas por profesionales del ICFES y por otros docentes expertos de cada una de las áreas de los componentes. Las preguntas de núcleo común, a su vez, son revisadas por docentes de las cinco áreas, con el objetivo de que sean apropiadas para toda la población que presenta el módulo de Pensamiento Científico. Todas estas preguntas pasan por varias revisiones antes de ser aprobadas.

Para estructurar la prueba que se va a aplicar se cuenta adicionalmente con otras áreas de apoyo del ICFES. Estas brindan información necesaria para analizar el comportamiento estadístico de las preguntas del módulo usando el modelo de Rasch⁴, balancear las dificultades de las preguntas en un examen, eliminar sesgos, simbología o contenido inapropiado.

8. Resultados

En la prueba de Pensamiento científico se entregan dos tipos de reporte de resultados: individual e institucional, con la siguiente información:

⁴ Es un modelo empleado en psicometría dentro de la Teoría de Respuesta al Ítem (TRI). Este modelo estima la probabilidad de que un individuo responda bien una pregunta de un examen.

- Puntaje obtenido por el estudiante expresado en un valor numérico positivo que se calcula con una transformación lineal de la habilidad calculada para el estudiante usando el modelo de Rasch.
- Quintil en que se ubica el estudiante.

Adicionalmente, el reporte individual también contiene:

- Puntaje promedio y desviación estándar del grupo de referencia al cual pertenece el programa universitario del estudiante.
- Puntaje promedio y desviación estándar de toda la población que aplicó el módulo de Pensamiento científico a nivel nacional.

9. Logística del examen

- SABER PRO se aplica una vez por año para los programas universitarios.
- Corresponde a los Directores de los Programas Académicos la selección del módulo específico apropiado para el programa Universitario.
- Se recomienda que las instituciones educativas diseñen un proceso interno para inscribir a sus estudiantes en el Examen SABER PRO.

10. Aportes del examen

Beneficios para el estudiante.

- Avanzar en la realización de su proyecto de vida, que incluye el propósito de obtener un grado profesional, tecnológico o técnico.
- Crecer en su desarrollo personal y profesional.

- Incrementar las oportunidades académicas y laborales.
- Mejorar su competitividad en la obtención de becas para estudios de posgrado.

Beneficios para las instituciones.

- Identificar fortalezas y debilidades en la formación de sus estudiantes.
- Disponer de información confiable para diseñar sus planes de mejoramiento académico.
- Contribuir, según los resultados, al proceso de autoevaluación y acreditación que vengan desarrollando.
- Hacer uso de la información de los Exámenes de Estado SABER 11° y SABER PRO para determinar el valor agregado que la institución aporta a sus estudiantes.

Beneficios a nivel nacional

- Contribuir a la transparencia del sistema de educación superior, ya que los resultados del examen son públicos.
- Contar con un instrumento de evaluación de la calidad de la enseñanza de la educación superior.
- Contribuir a la consolidación de un propósito nacional en el que la calidad educativa y la formación por competencias sean ejes articuladores.
- Establecer correlaciones entre los procesos de acreditación de los programas y de las instituciones con respecto a los resultados en las pruebas del módulo de Pensamiento científico.
- Hacer uso de la información de las pruebas SABER 11° y SABER PRO para determinar el valor agregado que la educación superior aporta a los estudiantes.

Ejemplos de preguntas

Pensamiento científico Química

Las siguientes preguntas se utilizaron en aplicaciones previas del módulo e ilustran algunas de las tareas de evaluación que forman parte de este. El módulo se diseñó según el Modelo Basado en Evidencias, que incluye la definición de afirmaciones (expresión general de lo que se quiere evaluar), evidencias (conductas observables del evaluado mediante las cuales se constata lo que se plantea en la afirmación) y tareas (acciones que debe realizar el evaluado para responder una pregunta). En razón de esto, en las preguntas de ejemplo se incluyen las respectivas afirmaciones y evidencias que las sustentan, así como la clave o respuesta correcta.

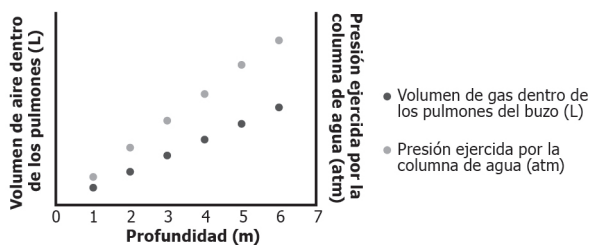
Todas las preguntas del módulo son de selección múltiple con única respuesta, en las cuales se presentan el enunciado y cuatro opciones de respuesta, (A, B, C, D). Solo una de estas es correcta y válida respecto a la situación planteada.

Pregunta 1.

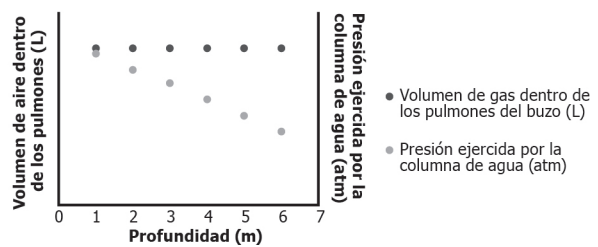
Cuando las personas nadan a grandes profundidades la presión del aire en los pulmones se modifica por cambios en la presión ejercida por el agua. Por ejemplo, a 10 metros de profundidad, una columna de agua de aproximadamente 10 metros ejerce una presión externa equivalente a 1 atmósfera. La presión aumenta a medida que aumenta la profundidad, haciendo que a 20 metros la presión del agua sea de 2 atmósferas y así sucesivamente. De igual forma la Ley de Boyle permite inferir que estos cambios en la presión afectan el volumen de gas dentro de los pulmones, porque la presión de un gas se relaciona de manera inversa con su volumen.

Teniendo en cuenta lo anterior, si un buzo se sumerge hasta 6 metros de profundidad, ¿cuál de las siguientes gráficas predice adecuadamente los cambios en la presión externa del agua y el volumen del aire dentro de sus pulmones?

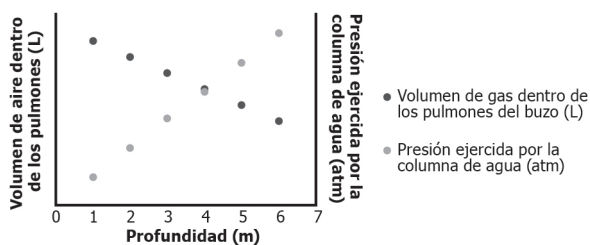
A.



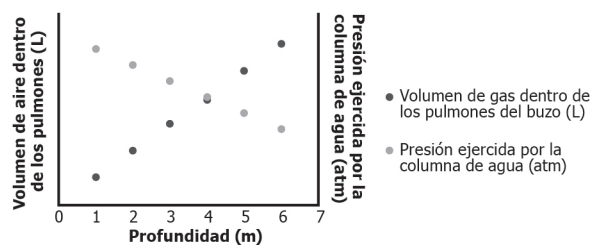
B.



C.



D.



Clave **C**

Afirmación Comprender, comparar, utilizar o proponer modelos que permiten describir, explicar y predecir fenómenos o sistemas.

Componente Química

Pregunta 2.

Se cree que el color llamativo de los machos en ciertas especies de peces puede ser explicado por la siguiente hipótesis de selección sexual: “las hembras eligen machos con características prominentes, como aletas caudales grandes y coloridas, pero estas características tienen un costo, porque mantenerlas hasta la edad reproductiva implica mayores gastos energéticos y hace a los machos más vulnerables”. ¿Cuáles de los siguientes resultados apoyarían esta hipótesis?

- A. Los peces machos tienen color llamativo únicamente durante la época reproductiva y el color sirve para señalar vigor sexual.
- B. Los peces machos con colores llamativos son identificados más fácilmente por depredadores pero tienen mayor probabilidad de reproducirse en la etapa adulta.
- C. Los peces machos compiten entre sí por las hembras y sólo los machos vencedores se reproducen.
- D. El color llamativo de los machos es heredable y es seleccionado porque las hembras buscan tener crías con colores llamativos para continuar en la próxima generación.

Clave **B**

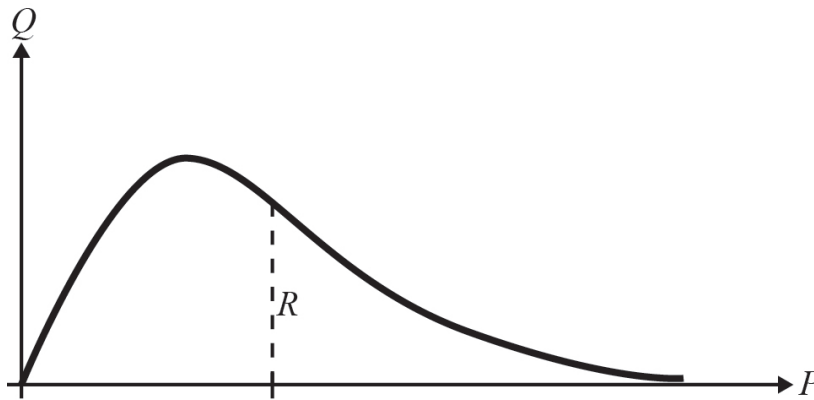
Afirmación Plantear preguntas y proponer explicaciones o conjeturas que puedan ser abordadas con rigor científico.

Componente Ciencias biológicas

I. Ciencias físicas

Pregunta 1.

La siguiente gráfica es usada para mostrar el comportamiento de un gas ideal, el cual, puede ser descrito como una gran cantidad de partículas que se mueven aleatoriamente mientras chocan unas con otras.



La magnitud de la velocidad de las partículas obedece una distribución de probabilidades, tal que pocas partículas tienen velocidades muy pequeñas o muy altas. Con base en lo anterior, ¿cuáles pueden ser los rótulos P, Q y R en la gráfica para que se describa la distribución de velocidades?

- A. P: Número de partículas Q: Velocidad R: Velocidad promedio.
- B. P: Velocidad Q: Número de partículas R: Velocidad promedio.
- C. P: Velocidad Q: Número de partículas R: Velocidad más probable.
- D. P: Número de partículas Q: Velocidad. R: Número de partículas promedio.

Clave B

Afirmación Adquirir e interpretar información para abordar y entender una situación problema.

II. Matemáticas y Estadística

Pregunta 1.

Una técnica para la detección de errores en la transmisión de mensajes en código binario (series de ceros y unos) consiste en agregar al final de cada mensaje enviado un 0 o un 1 de forma que el número total de unos en el mensaje sea siempre un número par. Si en un mensaje recibido el número de unos es impar, es porque parte del mensaje se alteró en la transmisión.

Un ingeniero recibe el siguiente mensaje enviado con la técnica mencionada:

01001000 01100101 01101100 011011111

Al analizarlo, él concluye que hay exactamente un número incorrecto en el mensaje. ¿Esta conclusión se puede deducir a partir del mensaje recibido?

- A. No, porque el mensaje contiene una cantidad par de unos y por lo tanto no puede contener ningún error.
- B. Sí, porque el mensaje contiene una cantidad impar de unos y esto garantiza que hubo un solo error en la transmisión.
- C. No, porque solo es posible establecer que hay números incorrectos, pero no la cantidad exacta de los mismos.
- D. Sí, porque puede que el número incorrecto sea el último (que se agregó a propósito) y el resto del mensaje sea correcto.



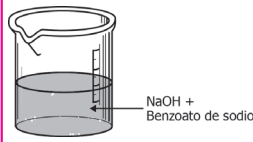
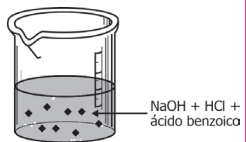

Clave **C**

Afirmación Analizar críticamente los resultados y derivar conclusiones.

III. Química

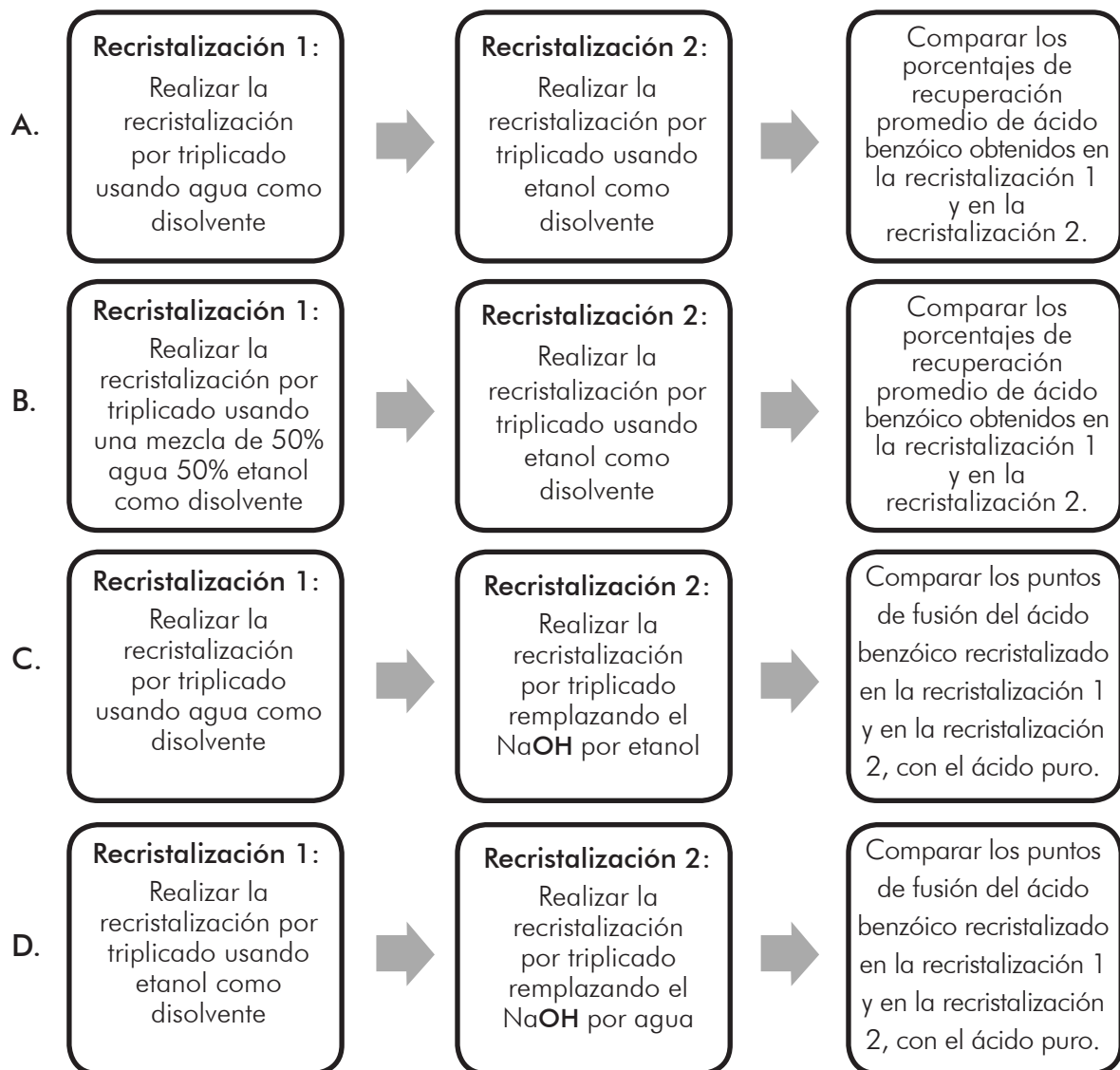
Pregunta 1.

1. Para recristalizar ácido benzoico normalmente se usa el siguiente procedimiento.

1. Disolución de ácido benzoico en un disolvente	2. Adición de NaOH para formar benzoato de sodio	3. Extracción de fase acuosa del embudo de decantación	4. Adición de HCl a la fase acuosa para restituir el ácido benzoico (precipitado)	5. Filtración del ácido benzoico
				

Un estudiante tiene la hipótesis de que el agua es mejor disolvente que el etanol para elaborar la recristalización de ácido benzoico, debido a que es más polar.

¿Cuál de las siguientes estrategias experimentales le permitirá al estudiante evaluar dicha hipótesis?



Clave A

Afirmación Establecer estrategias adecuadas para abordar y resolver problemas.

IV. Ciencias biológicas

Pregunta 1.

En un hospital realizaron el siguiente protocolo a algunos pacientes con infecciones bacterianas:

1. Toma de muestras de las secreciones donde se presenta infección bacteriana en los pacientes.
2. Siembra de las muestras de cada paciente en medios de cultivo con tetraciclina, penicilina o sulfonamidas como antibióticos.
3. Tabulación de resultados en el siguiente formato de tabla, donde se colocará (+) si hay crecimiento de bacterias y (-) si no hay crecimiento de bacterias:

	Medio con tetraciclina	Medio con penicilina	Medio con sulfonamidas	Control (Medio sin antibiótico)
Muestra del paciente 1				
Muestra del paciente 2				
Muestra del paciente 3				

Con base en la información anterior, ¿qué se quiere determinar con este protocolo?

- A. Analizar los antibióticos que causan efectos secundarios en cada paciente.
- B. Establecer el medio de cultivo que permite el crecimiento de todo tipo de bacterias.
- C. Identificar el antibiótico a usar para que disminuya la infección de cada paciente.
- D. Cuantificar el número de bacterias que posee cada uno de los pacientes enfermos.

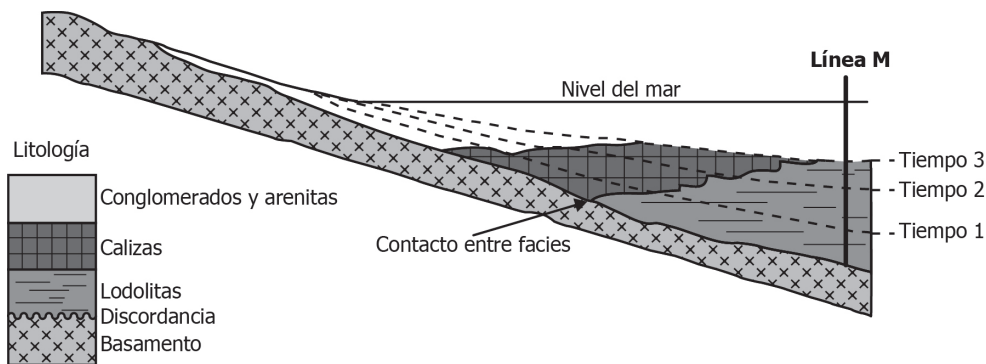
Clave C

Afirmación Establecer estrategias adecuadas para abordar y resolver problemas.

V. Ciencias de la tierra

Pregunta 1.

La Ley de Walther establece que una sucesión vertical de rocas con características similares (facies), sin discontinuidades estratigráficas, deben haber sido el producto de ambientes asociados espacialmente. De este modo, dichas facies han sido formadas en ambientes lateralmente adyacentes. La clasificación de las facies puede ser por características litológicas (similares o distintas) o por cómo se depositaron (al mismo tiempo o en tiempo distintos). En el siguiente modelo se observa una sucesión de rocas, depositadas en tres tiempos distintos (1, 2 y 3).



Según lo anterior, cuál de las siguientes inferencias se puede hacer sobre las rocas cortadas por la línea M:

- A. Se depositaron al mismo tiempo y tienen características litológicas similares.
- B. Se depositaron en distintos tiempos y tienen características litológicas diferentes.
- C. Se depositaron al mismo tiempo y tienen características litológicas diferentes.
- D. Se depositaron en distintos tiempos y tienen características litológicas similares.

Clave **D**

Afirmación Comprender, comparar, utilizar o proponer modelos que permiten describir, explicar y predecir fenómenos o sistemas.

