

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Marco Curricular de la Enseñanza Media
(MINEDUC, Decreto N° 254, 2009)

INTRODUCCIÓN

El Marco Curricular organiza los Objetivos Fundamentales (OF) y Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) del currículo nacional para los distintos niveles de Enseñanza Media. Define los aprendizajes que se espera desarrollen y logren todos los alumnos y todas las alumnas del país, a lo largo de su trayectoria escolar. Tiene carácter obligatorio y es el referente para la elaboración de planes de estudio, programas de estudio, textos escolares e instrumentos de medición como SIMCE y PSU.

En 2009, el Marco Curricular experimenta un ajuste, el que se fundamenta en la necesidad de: "Mejorar la definición curricular nacional para responder a los problemas detectados, a diversos requerimientos sociales y a los cambios en el mundo productivo y tecnológico" (Marco Curricular, 2009).

En el caso específico del sector de Ciencias Naturales, el ajuste del Marco Curricular se enfoca en el que "los y las estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento distintivas del quehacer científico y una comprensión del mundo natural y tecnológico, basada en el conocimiento proporcionado por la Ciencias Naturales" (Marco Curricular, 2009). En este sentido, la enseñanza de las ciencias adquiere un propósito y perspectiva de "alfabetización científica" encaminada a que "todos los alumnos y las alumnas desarrollen la capacidad de usar el conocimiento científico, de identificar problemas y de esbozar conclusiones basadas en evidencia, en orden a entender y participar de las decisiones sobre el mundo natural y los cambios provocados por la actividad humana" (Marco Curricular, 2009).

Para lograr este propósito, el sector de Ciencias Naturales se organiza de dos maneras:

- a) En Enseñanza Básica (EB) de 1° a 8° año, como sector integrado de Ciencias Naturales.
- b) En Enseñanza Media (EM) de I a IV año, en tres subsectores: Biología, Física y Química.

En ambos casos (EB y EM) los OF y CMO, se encuentran organizados en seis ejes temáticos:

- Estructura y función de los seres vivos
- Organismos, ambiente y sus interacciones
- Materia y sus transformaciones
- Fuerza y movimiento
- La Tierra y el Universo
- Habilidades de Pensamiento Científico

En Enseñanza Media, los ejes temáticos se abordan en cada subsector, de acuerdo a la siguiente tabla:

Subsector	Ejes
Biología	Estructura y función de los seres vivos
	Organismos, ambiente y sus interacciones
	Habilidades de Pensamiento Científico
Física	Materia y sus transformaciones
	Fuerza y movimiento
	La Tierra y el Universo
	Habilidades de Pensamiento Científico
Química	Materia y sus transformaciones
	Habilidades de Pensamiento Científico

La incorporación de las Habilidades de Pensamiento Científico orientadas a los OF y CMO será evaluada en la PSU® de Ciencias Admisión 2016, a aplicarse en diciembre del presente año. Para ello, se incluirán ítems que las evalúen y se utilizarán los criterios expuestos en el Marco Curricular 2009.

Para una mejor comprensión de la inclusión de estas habilidades en la PSU® de Ciencias de este año, a continuación se detallan los siguientes aspectos:

- I. Habilidades del Pensamiento Científico: Definición y propósitos curriculares.
- II. Habilidades del Pensamiento Científico en los diferentes Niveles de EM: indicadores.
- III. Ejemplos de preguntas de habilidades del Pensamiento Científico para la prueba de Ciencias

I. Habilidades de Pensamiento Científico (HPC)

El Marco Curricular de 2009 promueve el aprendizaje y la enseñanza de Habilidades de Pensamiento Científico, esto es, habilidades de razonamiento y saber-hacer involucradas en la búsqueda de respuestas acerca del mundo natural, basadas en evidencia. Así también, promueve en los estudiantes una orientación hacia la reflexión científica y hacia la metacognición, es decir, que sean capaces de conocer sus propios procesos de aprendizaje y tener el control sobre los mismos.

Las Habilidades de Pensamiento Científico incluyen:

- Formulación de preguntas
- Observación
- Descripción y registro de datos
- Ordenamiento e interpretación de información
- Elaboración y análisis de hipótesis, procedimientos y explicaciones
- Argumentación y debate en torno a controversias y problemas de interés público
- Discusión y evaluación de implicancias éticas o ambientales relacionadas con la ciencia y la tecnología

Las Habilidades de Pensamiento Científico no obedecen a una metodología o a una secuencia de pasos claramente definida que los estudiantes deben desarrollar, como ocurre con el método científico. En muchos casos una habilidad puede ser trabajada en forma independiente de las restantes y, en otras situaciones, puede ser abordada en forma integrada, según las necesidades de un determinado contenido disciplinario.

Bajo esta perspectiva:

1. La selección curricular no se limita a conceptos y principios sino que se extiende a los modos de proceder de la ciencia, con el fin de que alumnos y alumnas desarrollen las habilidades de pensamiento propias del quehacer de la ciencia y la comprensión de esta como una actividad humana no ajena a su contexto sociohistórico.
2. La construcción curricular debe obedecer a un eje en el que estas habilidades deben desarrollarse por medio de actividades que estimulen el razonamiento y la reflexión con el fin de familiarizar a los estudiantes con el trabajo analítico no experimental y la reconstrucción histórica de conceptos, lo que no exige una práctica de laboratorio convencional.

II. Habilidades de Pensamiento Científico: Nivel de EM en que se inicia el desarrollo de cada habilidad seleccionada para su evaluación.

El Marco Curricular señala que "se espera que los estudiantes desarrollen sus habilidades de razonamiento y saber-hacer, no en el vacío ni respecto de cualquier contenido, sino íntimamente conectadas a los contenidos propios de los ejes temáticos de cada uno de los niveles".

Las Habilidades de Pensamiento Científico para EM, explícitas en el Marco Curricular para el sector de Ciencias Naturales en la Enseñanza Media, mayoritariamente, son transversales a los tres subsectores: Biología, Física y Química por lo cual se resumieron y redactaron de tal forma que sean evaluables en los tres subsectores.

En forma consecuente, para la PSU® de Ciencias se ha considerado evaluar las Habilidades de Pensamiento Científico, que respondan a los siguientes criterios:

- inclusión de aquellas en los tres subsectores.
- que puedan ser evaluadas a través de una prueba de lápiz y papel, con preguntas de opciones múltiples.

Así, las Habilidades de Pensamiento Científico seleccionadas serán evaluadas en relación a los Contenidos Mínimos Obligatorios de cada nivel de Enseñanza Media, con la adecuación y la pertinencia acorde a los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios presentes en el Marco Curricular.

En el siguiente cuadro se muestran las Habilidades de Pensamiento Científico, fundamentadas en el Marco Curricular, que serán evaluadas a partir del Proceso de Admisión 2016, considerando el nivel de Enseñanza Media en que comienzan a ser desarrolladas y los indicadores de evaluación acordes al Marco.

Habilidades de Pensamiento Científico	Nivel en que se comienza a desarrollar la habilidad	Ejemplos de Indicadores
1. Identificación de teorías y marcos conceptuales, problemas, hipótesis, procedimientos experimentales, inferencias y conclusiones, en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.	I	<p>En el contexto de una investigación dada, la identificación de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Problemas y preguntas de investigación - Teorías - Marcos conceptuales - Inferencias - Hipótesis - Conclusiones - Procedimientos experimentales
2. Procesamiento e interpretación de datos y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos.	I	<ul style="list-style-type: none"> - Obtención de información de manera directa a partir de tablas, gráficos, figuras, esquemas, etc. - Obtención de resultados a partir de datos y/o cálculos matemáticos simples (probabilidades, porcentajes, proporciones, promedios, etc.). - Interpretación de datos contenidos en tablas, gráficos, esquemas, etc. - Identificación de tipos de variables: independiente/dependiente y controladas. - Identificación de la(s) posible(s) explicación(es) de un fenómeno basada(s) en datos entregados.
3. Análisis del desarrollo de alguna teoría o concepto.	I	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de los elementos que contribuyeron al desarrollo de determinada teoría o concepto. - Identificación de las etapas en el desarrollo de teorías y conceptos.
4. Distinción entre ley, teoría e hipótesis y caracterización de su importancia en el desarrollo del conocimiento científico.	I	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de los aspectos que distinguen una hipótesis, una teoría y una ley en ciencias. - Identificación de la importancia de las hipótesis, teorías y leyes en el desarrollo del conocimiento científico.
5. Explicación de la importancia de teorías y modelos para comprender la realidad, considerando su carácter sistémico, sintético y holístico, y dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.	II	<ul style="list-style-type: none"> - Reconocimiento de la importancia de la formulación de modelos teóricos en ciencias. - Valoración de la manera en que la formulación de teorías y/o modelos teóricos han contribuido al desarrollo de algún conocimiento científico. - Identificación y/o análisis de discrepancias entre observaciones y

		<p>teorías científicas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificación y/o análisis de discrepancias entre observaciones y predicciones científicas. - Análisis de controversias científicas.
6. Identificación de las limitaciones que presentan modelos y teorías científicas que persiguen explicar diversas situaciones problema.	II	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación del rango de aplicabilidad de determinadas teorías o modelos en su planteamiento original. - Identificación de las limitaciones de teorías y modelos.
7. Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas, considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de esas investigaciones.	III (solo evaluable en Módulo Electivo)	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis y evaluación de la correspondencia entre una hipótesis planteada y el procedimiento experimental que la pone a prueba, en el contexto de una investigación. - Evaluación de la pertinencia de una hipótesis en un contexto de investigación científica. - Evaluación de la pertinencia de los procedimientos usados en investigaciones científicas.
8. Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.	III (solo evaluable en Módulo Electivo)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación de conclusiones alternativas que apoyen o refuten una hipótesis planteada. - Identificación de errores experimentales en algún procedimiento. - Evaluación del alcance de un procedimiento experimental en relación con las conclusiones que se pueden extraer. - Análisis de la coherencia entre diferentes etapas del trabajo científico.
9. Evaluación del impacto en las sociedades de las aplicaciones tecnológicas en base a conocimientos científicos.	IV (solo evaluable en Módulo Electivo)	<ul style="list-style-type: none"> - Identificación y/o evaluación de la forma en que han impactado en la sociedad determinadas aplicaciones tecnológicas. - Evaluación de la forma en que han contribuido, al desarrollo del conocimiento científico, determinadas aplicaciones tecnológicas.






Nota: Si bien las Habilidades de Pensamiento Científico 7, 8 y 9, comienzan su desarrollo a partir de III o IV Medio, para efecto de PSU® de Ciencias, su evaluación se contextualizará con contenidos de I a IV Medio, siendo coherente con la estructura del Módulo Electivo.

III. EJEMPLOS DE PREGUNTAS DE HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO PARA LA PRUEBA DE CIENCIAS

SUBSECTOR BIOLOGÍA

PREGUNTA 1 (*Módulo Común/Técnico Profesional*)

El esquema muestra la respuesta agresiva exhibida por machos de una especie de pez espinoso cuando estos son confrontados a modelos artificiales. En cada tratamiento se analizaron 100 enfrentamientos.

MODELO (tratamiento)	N° respuestas agresivas
	91
	7
	25
	4
	86

Al respecto, es correcto afirmar que los modelos con

- A) cuerpos de tonos claros no producen respuestas agresivas.
- B) dorsos oscuros producen el menor número de respuestas agresivas.
- C) vientres oscuros producen el mayor número de respuestas agresivas.
- D) formas alargadas producen el mayor número de respuestas agresivas.
- E) formas redondeadas producen el menor número de respuestas agresivas.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Organismo y ambiente

Objetivo Fundamental: Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

Habilidad de Pensamiento Científico: Procesamiento e interpretación de datos y formulación de explicaciones, apoyándose en conceptos y modelos teóricos.

Clave: C

COMENTARIO

En esta pregunta, los postulantes deben interpretar y procesar los resultados de un experimento, relacionado con conceptos y modelos teóricos del área temática Organismo y ambiente.

En la pregunta, se presenta un esquema que muestra el número de respuestas agresivas exhibida por machos de una especie de pez espinoso cuando son confrontados a modelos artificiales que presentan distintas morfologías y distribución de colores. Los datos muestran que el número de respuestas agresivas varía en función de dichas variables.

El pez espinoso produce respuestas agresivas frente a los modelos que presentan cuerpos con tonos claros, aunque en menor número en comparación con los modelos que presentan color oscuro. Como la opción A) plantea que los tonos claros no producen respuestas agresivas, esta opción es incorrecta.

El número de respuestas agresivas de los peces espinosos frente a un cuerpo de dorso oscuro (25 de 100 enfrentamientos), es mayor que el de las respuestas obtenidas frente a los modelos de cuerpos claros, por lo que la opción B) es incorrecta.

Las respuestas agresivas de los peces frente a los modelos de cuerpos alargados son de 7 para el caso del modelo de tono claro, 25 para el de dorso oscuro y 86 para el de vientre oscuro. Según estos resultados, se puede afirmar que la forma alargada por sí sola no explica el mayor número de respuestas agresivas en los peces espinosos, luego la opción D) incorrecta.

Por otra parte, las formas redondeadas de los cuerpos, es decir, (la de dorso claro/vientre oscuro y la de tono claro) producen el mayor y el menor número de respuestas agresivas en los peces (91 y 4 respectivamente), por lo tanto, la opción E) también es incorrecta.

Los datos de este experimento sugieren que las respuestas agresivas no dependen de la forma que presenta el modelo al cual son enfrentados los peces, sino que más bien se relacionan con el color y su distribución, ya que el mayor número de respuestas se registra frente a los modelos que presentan vientres oscuros (91 y 86). Por lo tanto, la clave de la pregunta es la opción C).

PREGUNTA 2 (Módulo Común/Técnico Profesional)

Uno de los postulados de la teoría celular es: "Toda célula se origina de una célula preexistente". ¿Cuál de los siguientes ejemplos cumple con este postulado?

- A) El cerebro está formado por millones de neuronas.
- B) Las células de la piel se renuevan constantemente.
- C) El tejido adiposo está formado por células que acumulan grasa.
- D) Las células presentan diversas formas y tamaños.
- E) El páncreas presenta distintos tipos de células.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Organización, estructura y actividad celular

Objetivo Fundamental: Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

Habilidad de Pensamiento Científico: Análisis del desarrollo de alguna teoría o concepto.

Clave: B

COMENTARIO

Para responder esta pregunta, los postulantes deben analizar el desarrollo de alguna teoría o concepto, en este caso particular, relacionados con contenidos del área temática Organización, estructura y actividad celular, y específicamente, referido a la teoría celular.

El trabajo científico de muchos investigadores sentó las bases para una de las principales teorías de la Biología, la que se conoce como teoría celular, y cuyos postulados plantean:

- Todos los seres vivos están formados por una o más células. La célula es, por lo tanto, la unidad estructural o anatómica de la materia viva.
- Toda célula se origina de una célula preexistente, mediante la división de esta. Por lo tanto, la célula sería la unidad básica de reproducción de los organismos vivos.
- Las células son la unidad funcional de los seres vivos. Todas las funciones vitales de los organismos ocurren en sus células.

Entre las posibles respuestas, la opción A) da cuenta del número de células que conforman a un órgano, la opción D) a la diversidad de formas y tamaño que pueden presentar las células, y la opción E) a los tipos de células que constituyen un órgano determinado. Ninguna de estas opciones se relaciona directamente con los postulados generales de la teoría celular, por lo que no corresponden a la clave de la pregunta.

Por otra parte, la opción C) relaciona el tipo de tejido con una de las propiedades funcionales que presentan las células que lo componen. Esta relación puede asociarse a uno de los postulados de la teoría celular, específicamente al que plantea que las células son la unidad funcional de los seres vivos, y no con el que establece a la célula como unidad de origen, por lo que esta opción es incorrecta.

En la pregunta, se cita explícitamente a uno de estos postulados “Toda célula se origina de una célula preexistente”, y de entre las opciones, la que da cuenta de un ejemplo de este postulado es la opción B). La renovación de la piel, es decir, el reemplazo de las células muertas por células dérmicas nuevas y funcionalmente activas implica, necesariamente, un proceso de división celular a partir de una célula preexistente, siendo esta opción la clave de esta pregunta.

PREGUNTA 3 (Módulo Electivo)

El porcentaje de rechazo de un trasplante se reduce mientras mayor es el grado de similitud entre la estructura de las proteínas de reconocimiento del dador y el receptor. ¿Cuál de las siguientes opciones muestra el resultado más coherente con esta conclusión?

- A) Los padres de los receptores resultaron ser mejores donantes para sus hijos que sus madres.
- B) Los donantes vivos generan menos rechazos que los donantes cadáveres cuando el tiempo entre la muerte y el trasplante supera los dos días.
- C) El porcentaje de rechazo del trasplante aumenta cuando el donante forma parte de la familia.
- D) Los mellizos monocigóticos (gemelos) presentan un porcentaje menor de rechazo cuando son donantes de su compañero de gestación.
- E) Los primos hermanos de receptores, cuando actúan como donantes, producen menos rechazos que los hermanos de los mismos.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Biología humana y salud

Objetivo Fundamental: Organizar e interpretar datos, y formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

Habilidad de Pensamiento Científico: Análisis de la coherencia entre resultados, conclusiones, hipótesis y procedimientos en investigaciones clásicas y contemporáneas.

Clave: D

COMENTARIO

Para responder esta pregunta, los estudiantes deben analizar la coherencia entre resultados y conclusiones, relacionados con contenidos del área temática Biología humana y salud, específicamente con tópicos de inmunología referidos a reacciones de rechazo en trasplantes de órganos y tejidos.

En el enunciado de la pregunta se relaciona el grado de similitud de la estructura de las proteínas de reconocimiento entre el dador y el receptor de un tejido u órgano, con el porcentaje de rechazo frente a un determinado trasplante y se pide al estudiante que valore de entre las opciones, cuál de éstas relaciona el resultado con la conclusión presentada.

En un trasplante, el rechazo se produce debido a que el sistema inmunológico del receptor, reconoce al tejido u órgano trasplantado como extraño, generándose una respuesta a nivel celular que puede producir el deterioro del órgano trasplantado.

Para disminuir la probabilidad de rechazo de un determinado trasplante se deben tener en cuenta factores del donante y del receptor. Entre estos, debe existir la mayor similitud genética posible, lo cual se cumple en mayor medida en el caso de los mellizos monocigóticos (hermanos provenientes del mismo óvulo). Los mellizos monocigóticos son prácticamente idénticos, por lo que es de esperar que el sistema inmunológico no reconozca al tejido u órgano trasplantado como extraño, y no debería producirse la reacción de rechazo. Por lo tanto, la clave de la pregunta es la opción D). El resto de las opciones presenta relaciones entre donante vivo y cadáver o contemplan relaciones de parentesco que implican diferencias en cuanto a la información genética del donante y el receptor, siendo más probable que se produzcan reacciones de rechazo del trasplante.

SUBSECTOR FÍSICA

PREGUNTA 1 (Módulo Común/Técnico Profesional)

“Un rayo de luz es una línea imaginaria que representa la dirección por la que la luz se propaga. Esto es utilizado ampliamente en óptica geométrica, simplificando los cálculos debido al principio de propagación en línea recta de la luz en un mismo medio”. Basándose en el texto, el rayo de luz corresponde a

- A) una descripción.
- B) un postulado.
- C) un modelo.
- D) una teoría.
- E) una ley.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Ondas

Objetivo Fundamental: Reconocer las limitaciones y la utilidad de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad, que permiten dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.

Habilidad de Pensamiento Científico: Explicación de la importancia de teorías y modelos para comprender la realidad, considerando su carácter sistémico, sintético y holístico y dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problemas.

Clave: C

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, el postulante debe recordar las diferencias entre los conceptos de modelo, postulado, descripción, teoría y ley, identificando cuál de ellos corresponde al enunciado. Este ítem mide habilidades de pensamiento científico y está contextualizado en el tema de la Luz, trabajado en primer año medio.

La opción A) relaciona el texto con una descripción. Una descripción implica detallar la realidad de la forma en que es percibida, con el mayor grado de precisión y objetividad posible. Dado que el texto menciona una línea “imaginaria” usada para “representar” un rayo de luz, no se está haciendo una descripción real y exacta del mundo físico. La opción A) es, por lo tanto, incorrecta.

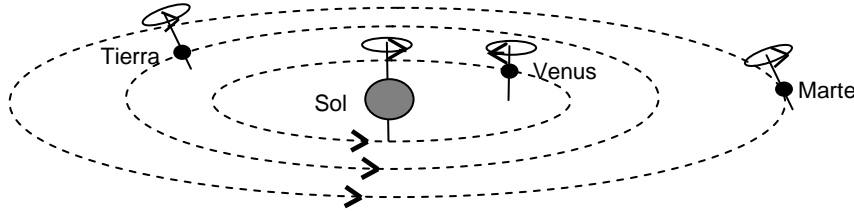
Un postulado se puede entender como una afirmación que se admite como cierta sin necesidad de ser demostrada y que sirve como base para otros razonamientos. En este caso, el enunciado no hace referencia a ningún principio o hipótesis. Simplemente define un ente geométrico imaginario al cual llama “rayo de luz”. Por lo tanto, la opción B) también es incorrecta.

Una ley científica, por otro lado, corresponde a una proposición que describe una relación constante entre dos o más variables o propiedades de la naturaleza. Por otro lado, una teoría reúne un conjunto de ideas - tales como variables, hipótesis y leyes - que explican cómo es y/o cómo se comporta una parte de la naturaleza, junto con las pruebas que apoyan esas ideas. Para el texto del enunciado, ninguno de estos dos conceptos corresponde a lo que se describe en él. Allí no se mencionan relaciones entre variables ni explicaciones del comportamiento de la naturaleza. Debido a esto, tanto la opción D) como la E) no son correctas.

Finalmente, un modelo puede entenderse como una representación idealizada de algún fenómeno o realidad física. Por lo tanto, se trata de una simplificación que intenta parecerse lo más posible a la realidad que representa, simulando incluso el comportamiento de esta. En Física, los modelos suelen incluir una formulación matemática y/o geométrica, la cual permite realizar cálculos y predecir situaciones futuras. En el enunciado, es posible ver que se menciona que el rayo de luz es una “línea” (elemento geométrico) que “representa la dirección por la que la luz se propaga” (representación de la realidad). Además se indica que es utilizado para simplificar cálculos, el cual es uno de los fines de un modelo científico. La opción correcta, por lo tanto, es la C).

PREGUNTA 2 (Módulo Común/Técnico Profesional)

“La hipótesis nebular indica que el Sistema Solar surge desde una nube de gas y polvo. En ella, el colapso gravitacional generó las condiciones para que en su centro se formara el Sol. Así también, por causa de la conservación de momentum angular, los planetas se formaron en un mismo plano orbital, se trasladan en un mismo sentido alrededor del Sol y, en un comienzo, los planetas rotaban en el mismo sentido que el Sol.”



Si la figura muestra los planos de las órbitas y ejes de rotación e indica los sentidos de traslación y rotación de 3 planetas del Sistema Solar, entonces, de acuerdo a la información entregada sobre la hipótesis nebular, es correcto afirmar que

- I) los planos orbitales de los tres planetas muestran concordancia con la hipótesis planteada.
 - II) el sentido de traslación de los planetas refuerza la hipótesis planteada acerca de la formación del Sistema Solar.
 - III) la hipótesis nebular describe completamente el estado actual del Sistema Solar.
- A) Solo I
B) Solo II
C) Solo III
D) Solo I y II
E) I, II y III

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Macrocósmos y Microcósmos

Objetivo Fundamental: Reconocer las limitaciones y la utilidad de modelos y teorías como representaciones científicas de la realidad, que permiten dar respuesta a diversos fenómenos o situaciones problema.

Habilidad de Pensamiento Científico: Identificar las limitaciones que presentan modelos y teorías científicas que persiguen explicar diversas situaciones problema.

Clave: D

COMENTARIO

Para responder correctamente el ítem, se debe analizar la información entregada en su enunciado y, a través de la comprensión del mecanismo presentado en ella, realizar un contraste entre lo esperado del modelo y el esquema de lo observado actualmente para el Sistema Solar.

El texto sugiere que por atracción gravitacional, la nube de gas y polvo, representada en la figura 1, fue contrayéndose y, debido a la propia contracción, por conservación del momento angular, comenzó a rotar más rápidamente. Este movimiento de rotación fue, a su vez, achatando a la nube (figura 2), de una forma similar a como la rotación terrestre ha incidido en el achatamiento polar de la Tierra. Sin embargo, la nube, al estar compuesta de gas y polvo, pudo achatarse aun más, adquiriendo la estructura de un disco de acreción, con una protuberancia en su centro (figura 3), protuberancia que terminó por convertirse en el Sol.

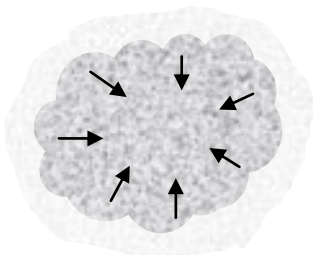


Figura 1

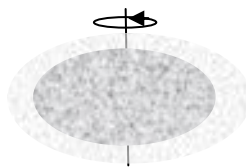


Figura 2

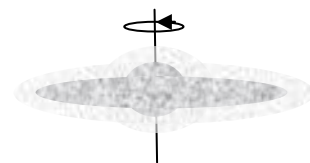


Figura 3

El resto del material del disco finalmente terminó por agruparse y convertirse en planetas, satélites y otros cuerpos como asteroides y cometas, todos los cuales se esperaba que mantuvieran el sentido del movimiento de este disco original, al que también se le llama disco protoplanetario.

Las órbitas de los planetas, de acuerdo a este modelo, debiesen estar definidas dentro de un mismo plano, el que correspondería al plano del disco ya mencionado lo que, de acuerdo al esquema presentado en el enunciado, se cumple. De la misma forma, se observa que los planetas se trasladan en torno al Sol en el mismo sentido, el que además coincide con el sentido de rotación del Sol. Este hecho también es concordante con la hipótesis nebular, por lo que las afirmaciones I y II son correctas.

Por otro lado, los sentidos de rotación de los planetas, de acuerdo a la hipótesis nebular, debiesen coincidir entre sí y, a su vez, ser indicativos del movimiento que mantenía el disco protoplanetario. Sin embargo, el esquema muestra que los ejes de rotación tanto de la Tierra como de Marte están inclinados, e incluso la rotación de Venus tiene sentido opuesto a lo que sugiere la hipótesis nebular. Esto implica que, a pesar de que la hipótesis nebular describe de una forma consistente la formación del Sistema Solar, no explica por sí sola el estado actual de este, por lo que la afirmación III es incorrecta. En consecuencia, la opción que responde correctamente al ítem es D).

PREGUNTA 3 (Módulo Electivo)

Un grupo de estudiantes desea medir la magnitud de la aceleración de gravedad al interior de su sala de clases. Para ello, diseñan un experimento que consiste en soltar una bola de acero desde 10 diferentes alturas, registrando cada vez el tiempo de caída con un cronómetro manual. Si el valor referencial de g es $9,80 \frac{m}{s^2}$ y el valor promedio de las medidas fue de $10,14 \frac{m}{s^2}$, ¿cuál sería la causa principal de la diferencia entre el valor obtenido y el de referencia?

- A) El tamaño de la bola de acero.
- B) La trayectoria seguida por la bola de acero.
- C) El movimiento de la mano al soltar la bola de acero.
- D) La magnitud de la fuerza de roce entre la bola de acero y el aire.
- E) El tiempo de reacción del estudiante en el manejo del cronómetro.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico.

Área Temática: Mecánica

Objetivo Fundamental: Describir la conexión lógica entre hipótesis, conceptos, procedimientos, datos recogidos, resultados y conclusiones extraídas en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas, comprendiendo la complejidad y coherencia del pensamiento científico.

Habilidad de Pensamiento Científico: Justificación de la pertinencia de las hipótesis y de los procedimientos utilizados en investigaciones clásicas y contemporáneas considerando el problema planteado y el conocimiento desarrollado en el momento de la realización de estas investigaciones.

Clave: E.

COMENTARIO

El ítem requiere que los postulantes analicen y evalúen un procedimiento experimental, en función de los errores asociados a la medición de la magnitud de la aceleración de gravedad al interior de una sala de clases.

El procedimiento implícito en el enunciado consiste en, una vez determinada la altura de la cual se dejará caer el cuerpo, medir el tiempo que este demora en llegar al suelo y luego determinar la aceleración experimentada por el cuerpo, mediante la relación entre distancia recorrida y tiempo empleado, considerando que el cuerpo parte del reposo y que su movimiento es uniformemente acelerado. Por lo tanto, es necesario medir tanto la distancia recorrida como el tiempo empleado, de la forma más precisa posible.

La experiencia nos dice que al soltar un objeto desde alturas comunes, como desde el borde superior de una puerta o desde el borde de una mesa, el cuerpo demora muy poco tiempo en llegar al suelo. Dado lo

pequeño de estos intervalos de tiempo, es necesario emplear un instrumento especializado para medirlos, el que puede ser un cronómetro manual, como el que se utiliza en el experimento descrito.

Una de las desventajas de utilizar un cronómetro manual, en este tipo de experiencias, es la gran dependencia que presentan los datos obtenidos con respecto al tiempo de reacción de la persona que opera el cronómetro, tiempo de reacción que representa una incerteza porcentual muy grande respecto a los tiempos de caída que se podrían registrar dentro de una sala de clases. Para hacerse una idea, consideremos que dentro de una sala de clases, los estudiantes podrían dejar caer la bola de acero desde una altura máxima de 3 metros, aproximadamente. Esto representa tiempos de caída, a lo sumo, de unos 0,8 segundos. Por otro lado, el tiempo de reacción promedio de una persona frente a los estímulos visuales bordea los 0,25 segundos, lo que representa aproximadamente un 30 % de error. Es esta incerteza la que con mayor probabilidad afectó la medición y, por lo tanto, la opción E) es la correcta.

Las otras opciones reflejan ideas incorrectas asociadas a la situación que se desea explicar: Si el tamaño de la bola afectara el movimiento, sería frenando el cuerpo, por lo que se esperaría una aceleración de menor magnitud que g . Una idea similar emerge de la consideración de la fuerza de roce como explicación a lo observado: Si la fuerza de roce fuese responsable de la diferencia en el valor medido de la aceleración de gravedad, esto hubiese dado por resultado un valor menor para ésta, pues la fuerza de roce actúa en sentido opuesto al movimiento del cuerpo, frenándolo. En consecuencia, las opciones A) y D) son incorrectas. Por último, dado que el cuerpo es soltado y no lanzado, la rapidez inicial de la bola es cero, y no deberíamos esperar que la trayectoria de caída de la bola no sea una línea recta, por lo que las opciones B) y C) son también incorrectas.

SUBSECTOR QUÍMICA

PREGUNTA 1 (*Módulo Común / Técnico Profesional*)

Durante el siglo XIX los científicos se volcaron a la tarea de ordenar los elementos químicos existentes, pues creían que debía existir una única propiedad de los elementos de la cual dependieran todas las demás.

El párrafo anterior corresponde a una

- A) teoría científica.
- B) observación.
- C) ley.
- D) hipótesis.
- E) conclusión.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidad de Pensamiento Científico

Área Temática: Estructura atómica

Objetivo Fundamental: Comprender la importancia de las teorías e hipótesis en la investigación científica y distinguir entre unas y otras.

Habilidad de Pensamiento Científico: Distinción entre ley, teoría e hipótesis y caracterización de su importancia en el desarrollo del conocimiento científico.

Clave: D

COMENTARIO

Para contestar esta pregunta, los estudiantes deben reconocer los aspectos esenciales que permiten distinguir entre teoría científica, observación, ley, hipótesis y conclusión, para ello deben recordar y comprender las definiciones básicas, desde la mirada de las ciencias naturales, de estos conceptos.

Con respecto a las opciones de respuesta, en la opción A), la teoría científica se puede definir como una explicación, que se puede representar a través de un modelo basado en la observación, la experimentación y el razonamiento. La teoría permite predecir y explicar un fenómeno, además, las teorías pueden transformarse en leyes. Una teoría puede cambiar en el tiempo de acuerdo a los avances científico-tecnológicos. Al analizar el enunciado de la pregunta, este no constituye ni una explicación, ni un modelo, por lo tanto, no constituye una teoría.

En relación a la opción B), una observación está definida como la información que se adquiere, a través de los sentidos o de instrumentos de medición, de un hecho o fenómeno natural. Al leer el enunciado no hay una descripción de un hecho o fenómeno, sino una propuesta para solucionar un problema, siendo, por tanto, incorrecta esta opción.

Respecto a la opción C), las leyes pueden ser definidas como generalizaciones que se pueden expresar de manera verbal y/o a través de ecuaciones matemáticas, se apoyan en la evidencia empírica y son universalmente aceptadas. Por otra parte, una hipótesis, establece relaciones entre hechos dando una posible solución a un problema, no necesariamente debe ser correcta, pues explica condiciones o hechos que no han sido comprobados empíricamente. De acuerdo a esta definición, el enunciado no constituye un ejemplo de ley, siendo la opción C) incorrecta.

La opción E) propone que el enunciado es una conclusión. Considerando que una conclusión se puede definir como una proposición lógica producto del análisis de un hecho, fenómeno o proceso, queda claro al leer el enunciado que aquello no es una conclusión, sino el planteamiento de una posible solución a un problema, siendo esta opción incorrecta.

En cuanto al contexto planteado en la pregunta, el estudiante debe identificar en la primera parte del enunciado el planteamiento de un problema el cual es ordenar los elementos químicos conocidos en el siglo XIX. Posteriormente, debe reconocer la posible solución enunciada, que en este caso, corresponde a la suposición que existe una única propiedad de los elementos de la cual dependen todas las demás propiedades.

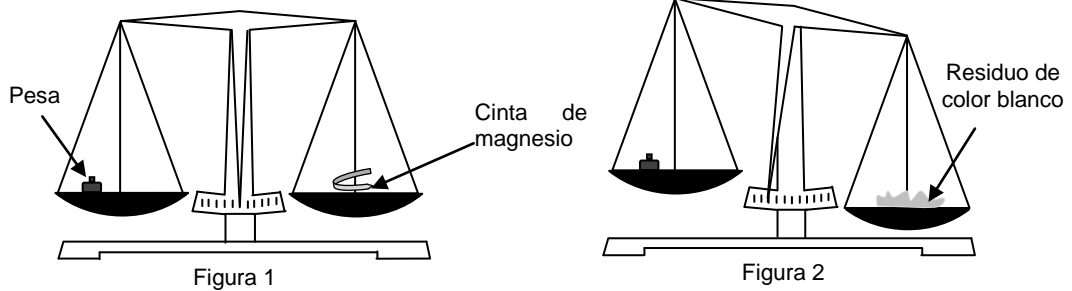
Al hacer la comparación entre los conceptos propuestos en las opciones de respuesta, el estudiante debe comprender que la opción D) es la correcta, puesto que en el enunciado se plantea una posible solución (hipótesis) al problema planteado de ordenar los elementos químicos, con lo que se descarta el resto de las opciones.

PREGUNTA 2 (Módulo Común / Técnico Profesional)

A continuación, se presentan dos experimentos en los cuales se utilizan masas iguales de cinta de magnesio, que se someten a dos procedimientos diferentes.

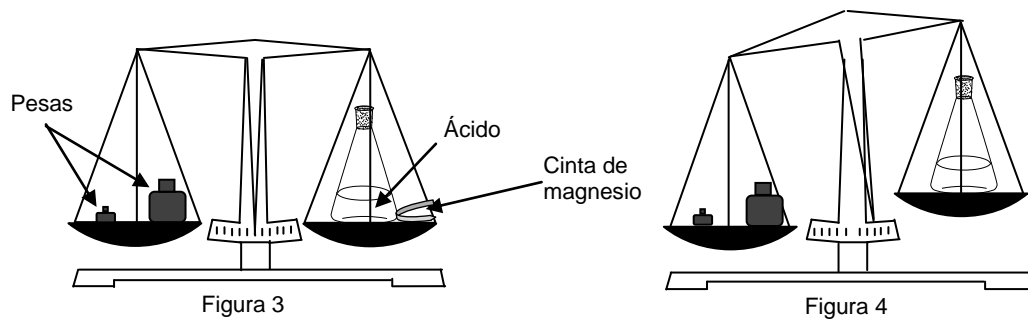
Experimento 1

En un platillo de una balanza se coloca la cinta de magnesio y se equilibra colocando una pesa en el otro platillo (Figura 1). Posteriormente, se acerca la llama de un fósforo a la cinta de magnesio, observándose el cambio mostrado en la balanza de la Figura 2:



Experimento 2

En el platillo de una balanza se coloca un matraz destapado con 20 mL de ácido clorhídrico y la cinta de magnesio, por separado y se equilibra la balanza colocando pesas en el otro platillo (Figura 3). Luego, se deja caer la cinta dentro del matraz, observándose el cambio en la balanza que se muestra en la Figura 4:



Con respecto a los experimentos, ¿cuál de las siguientes opciones corresponde a una conclusión?

- A) En ambos casos la cinta de magnesio desaparece por completo.
- B) En el segundo experimento se libera un gas.
- C) Si se varía la masa de la cinta de magnesio, en los experimentos 1 y 2, se obtendrán iguales masas de producto.
- D) Al hacer reaccionar el residuo blanco, del experimento 1, con el ácido clorhídrico, del experimento 2, se recuperará el magnesio sólido.

La cinta de magnesio se disuelve en el ácido clorhídrico.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Estructura atómica

Objetivo Fundamental: Comprender la importancia de las teorías e hipótesis en la investigación científica y distinguir entre unas y otras.

Habilidad de Pensamiento Científico: Identificación de teorías y marcos conceptuales, problemas, hipótesis, procedimientos experimentales, inferencias y conclusiones, en investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.

Clave: B

COMENTARIO

Para responder esta pregunta el estudiante debe identificar una conclusión de los experimentos presentados en el enunciado, en relación con la ley de la conservación de la masa, para ello debe interpretar la información representada en las Figuras, comparar los experimentos 1 y 2, analizar e inferir con respecto a las situaciones planteadas.

La opción A), es una observación simple, sin mayor razonamiento, de los experimentos planteados, el estudiante solo observa que la cinta desaparece.

Con respecto a la opción C), que dice: "Si se varía la masa de la cinta de magnesio, en los experimentos 1 y 2, se obtendrán iguales masas de producto", corresponde a una hipótesis, ya que con las experiencias descritas no es posible concluirlo puesto que las cintas de magnesio son de igual masa. Si sería posible comprobarlo o refutarlo al realizar experiencias posteriores.

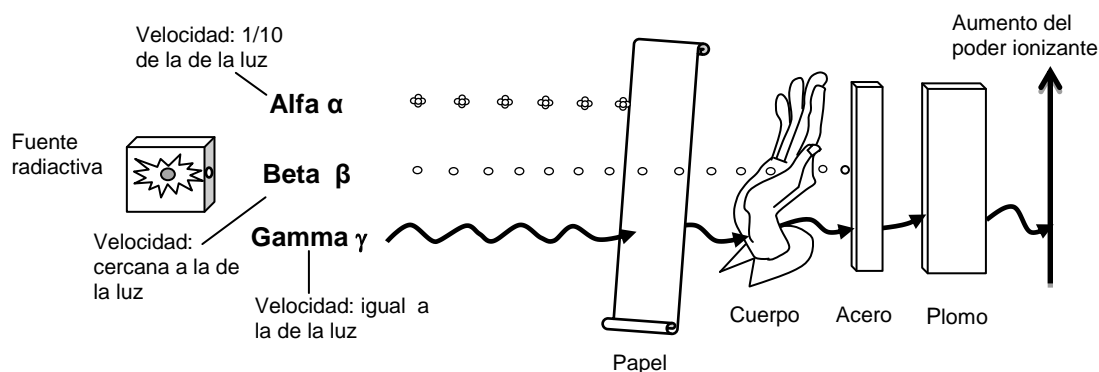
La opción D) dice que: "Al hacer reaccionar el residuo blanco, del experimento 1, con el ácido clorhídrico, del experimento 2, se recuperará el magnesio sólido", esta afirmación corresponde a una hipótesis, ya que se plantea una respuesta previa a una situación que no está empíricamente comprobada en las experiencias descritas.

La opción E) es una observación directa del experimento 2, pues el estudiante describe que la cinta de magnesio se disuelve en el ácido y, por lo tanto, no corresponde a una conclusión.

La opción B) es la clave, pues corresponde a una conclusión o proposición lógica obtenida del análisis del procedimiento experimental, puesto que al observar el desequilibrio de la balanza, en el sentido de haber mayor masa de reactivos que de productos y asociando con la ley de la conservación de la masa, puede concluir que esa masa aparentemente "perdida" corresponde a un gas que es liberado a partir de la reacción de la cinta de magnesio con el ácido.

PREGUNTA 3 (Módulo Electivo)

Desde el siglo pasado, los reactores nucleares de fisión se han transformado en una opción para la generación de electricidad, como también en una fuente de radioisótopos con importantes usos en la medicina, la agricultura y la industria, entre otros. No obstante, el beneficio que se puede obtener de su buen uso, siempre está latente la posibilidad de un accidente en el reactor que implique la fuga de radiación. En la siguiente figura se representan algunas características de los tres tipos de radiaciones más comunes emitidas por elementos radiactivos:



Con respecto al poder ionizante de las radiaciones, este está relacionado con la capacidad de desplazar electrones de átomos o moléculas, generando iones, que en reacciones posteriores pueden llegar a formar radicales libres, especies altamente reactivas y dañinas. Con respecto al poder de alcance de las radiaciones, se ha determinado que la radiación alfa recorre un par de centímetros, la radiación beta un par de metros y la radiación gamma varios cientos de metros, desde la fuente de emisión. De acuerdo con la información anterior y considerando el daño a los seres vivos causado por una fuga de radiaciones desde un reactor, es correcto establecer que

- A) las radiaciones alfa y beta no causarían daño a los seres vivos.
- B) las emisiones gamma serían las últimas en afectar a los seres vivos.
- C) la radiación alfa causaría graves daños en los órganos internos de los seres vivos.
- D) el daño causado a los seres vivos sería directamente proporcional al tamaño de la fuente radiactiva.
- E) la ubicación de la fuente de radiación influiría en la magnitud del daño causado a los seres vivos.

{FICHA DE REFERENCIA CURRICULAR}

Eje Temático: Habilidades de Pensamiento Científico

Área Temática: Estructura atómica

Objetivo Fundamental: Evaluar las ventajas y desventajas del uso de las tecnologías nucleares en los campos de la salud, la economía y la producción energética.

Habilidad de Pensamiento Científico: Evaluación del impacto en las sociedades de las aplicaciones tecnológicas.

Clave: E

COMENTARIO

Para responder a esta pregunta es necesario que los postulantes analicen e interpreten la información de la figura, comparando las características de las radiaciones presentadas a fin de evaluar el daño que estas pueden producir en los seres vivos; esto en el contexto de un impacto negativo generado a la sociedad por el uso de la energía nuclear en aplicaciones tecnológicas.

Las radiaciones se pueden utilizar en beneficio de la humanidad, como por ejemplo la irradiación de alimentos para preservarlos por más tiempo, irradiar tumores para erradicarlos o como medio de diagnóstico. Sin embargo, la ocurrencia de accidentes en plantas nucleares no es imposible y al ocurrir tanto los trabajadores de la planta como todo ser vivo, incluyendo a los humanos, que viven en zonas cercanas quedan expuestos a los peligros de la radiación.

A continuación, se analiza cada opción de respuesta desde el punto de vista de la habilidad de interpretación y evaluación científica de la figura y de la información entregada:

En la opción A), se plantea que las radiaciones alfa y beta no son peligrosas para los seres vivos. Al observar la figura y analizar la información que se entrega respecto del poder ionizante de las radiaciones, se aprecia que la radiación alfa puede ser detenida por una hoja de papel y tiene un alto poder ionizante, por lo tanto, se podría concluir que a nivel externo no causaría daño o este sería leve ya que la piel no sería traspasada, sin embargo, si un ser vivo ingiriera una sustancia que generara radiación alfa, a nivel interno sí sería peligrosa para el organismo, por su alta ionización podría generar radicales libres y afectar órganos internos. Respecto a la radiación beta, a pesar de tener un menor poder ionizante sí es capaz de atravesar la piel por lo que puede generar reacciones a nivel interno que provoquen daño. De acuerdo a este análisis la opción es incorrecta.

En la opción B) se plantea que las emisiones gamma son las últimas en afectar a los seres vivos, sin embargo, de acuerdo a la información, se observa que la velocidad de esta radiación es muy alta y tiene un gran poder de penetración, por lo tanto, al ser emitidas desde una misma fuente y al mismo tiempo que las alfa y beta, se esperaría que sean las primeras en llegar causando daño a nivel interno debido a su alto poder de penetración. Por lo anterior, esta opción es incorrecta.

En la opción C) se plantea que la radiación alfa causa graves daños en los órganos internos, al observar la figura queda claro que este tipo de radiación no es capaz de dañar órganos internos debido a su bajo poder de penetración. Se podría decir que cuando esta radiación es emitida por una fuente externa, la piel se transforma en una capa protectora del organismo. Por lo anterior, esta opción es incorrecta.

En la opción D), se plantea que el daño causado a los seres vivos es directamente proporcional al tamaño de la fuente radiactiva. Al respecto, no es posible establecer una relación cuantitativa entre el daño ocasionado en los seres vivos y el tamaño de la fuente radiactiva. Más bien, el daño estaría relacionado, por ejemplo, con el tamaño de la fuga, con el tipo de radiación emitida y su energía, con la ubicación geográfica del reactor, con las condiciones climáticas que faciliten o dificulten la propagación del material. Por lo que esta opción es incorrecta.

Con respecto a la opción E), efectivamente el daño de la radiación depende de la ubicación de la fuente con respecto a los seres vivos, tal como se desprende de la información entregada, se sabe que la radiación alfa recorre alrededor de 2 cm, la beta un par de metros y la gamma cientos de metros, desde la fuente de emisión. Por lo que la opción E) es correcta.